www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

6e JAARGANG No. 3, blz. 65-96 MAART 1941

Philips Technisch Tijdschrift

BEHANDELENDE TECHNISCHE VRAAGSTUKKEN
SAMENHANGENDE MET DE PRODUCTEN, WERKWIJZEN EN ONDERZOEKINGEN
VAN DE N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

REDACTIE: HET NATUURKUNDIG LABORATORIUM DER N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN

BUISVORMIGE LUMINESCENTIELAMPEN VOOR ALGEMEENE VERLICHTINGSDOELEINDEN

door A. A. KRUITHOF.

621.327.3 : 535.37

In aansluiting op een vroeger in dit tijdschrift gegeven algemeene beschrijving van het principe en de eigenschappen van buisvormige luminescentielampen, worden hier dergelijke lampen besproken, die speciaal zijn ontwikkeld voor aansluiting op het 220 V-net. Uit de gegeven maximale brandspanning, de gewenschte lichtstroom en een aangenomen grens voor de helderheid worden de gunstigste afmetingen van de lamp afgeleid. Voorts wordt, na een korte beschrijving van het voorschakelapparaat, uitvoerig ingegaan op de kwestie van de kleur der lampen. Gezien de groote verscheidenheid van tinten, die men door menging van verschillende luminesceerende stoffen kan verwezenlijken, is de vraag van belang, hoe men het best gebruik kan maken van de geboden mogelijkheden. De gezichtspunten, die hierbij een rol spelen, worden uiteengezet en met voorbeelden toegelicht.

Uit de lage druk kwikontlading, die slechts weinig zichtbaar licht en veel ultraviolette straling uitzendt, kan een lichtbron met hoog rendement worden verkregen, indien men de ultraviolette straling door middel van luminesceerende stoffen in zichtbaar licht omzet. De buisvormige luminescentielampen, die men op deze grondslag heeft geconstrueerd, bezitten behalve het hooge rendement nog verschillende andere goede eigenschappen, die reeds vroeger in dit tijdschrift [1]) werden besproken: de kleur van de lampen kan bij zeer uiteenloopende eischen worden aangepast, de lampen vertoonen vrijwel geen flikkeren, de lichtstroom en de levensduur der lampen is veel minder afhankelijk van netspanningsschommelingen, dan bij de gloeilamp het geval is. Deze eigenschappen doen verwachten, dat de luminescentielampen een groot toepassingsgebied zullen veroveren.

In het genoemde artikel [1]) werd slechts één toepassing van de lampen beschreven, nl. voor warenhuizen, restaurants en dergelijke, waarbij een groot aantal lampen in serie worden bedreven op een hoogspanningstransformator. Deze, in vele opzichten zeer eenvoudige en practische oplossing, komt uiteraard niet in aanmerking, wanneer men de luminescentielampen voor meer algemeene verlichtingsdoeleinden wil toepassen. In het woonhuis bijv. zal men in het algemeen slechts één of enkele lampen tegelijk gebruiken, terwijl bovendien het toepassen van hoogspanning in vele gevallen uitgesloten is. Men zal er dan toe over moeten gaan, elke lamp met een afzonderlijk voorschakelapparaat op het net aan te sluiten. Dit brengt zekere consequenties mee voor de constructie van de lamp, die we in hetgeen volgt nader zullen beschouwen. Tevens zal hier worden ingegaan op de keuze van de kleur der luminescentielampen.

De constructie van de lamp

De algemeene bouw van de luminescentielampen is in het aangehaalde artikel [1]) reeds beschreven: de ontlading vindt plaats in een lange glazen buis, op welker binnenwand de poedervormige luminesceerende stoffen zijn aangebracht. De electroden zijn uitgevoerd als kleine, met een goed electronen emitteerende stof bedekte spiralen, die door het in de ontlading optredende bombardement van ionen en electronen op zoodanige temperatuur worden gehouden, dat zij de noodige electronen voor het gaande houden van de ontlading kunnen leveren. De lengte der buislampen bedroeg voor de vroeger beschreven toepassing 2 m (HTL 200), in de uitvoering voor laagspanning (TL 100) is zij echter teruggebracht tot 1 m, bij een diameter der buis van 3,5 cm. Bij deze keuze der afmetingen heeft men zich door de volgende overwegingen laten leiden.

[1]) P. Schouwstra en G. Zecher, Buisvormige luminescentielampen, Philips techn. T. 4, 353, 1939.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

Om de lamp stabiel te doen branden op een netspanning van 220 V blijkt de brandspanning V_B — o.a. met het oog op de netspanningsschommelingen — niet meer te mogen bedragen dan ongeveer 120 V [2]). De brandspanning is, wanneer we afzien van de spanningsval aan de electroden, globaal gegeven door het product van de gradient G (spanning per cm van de ontladingszuil) en de lengte l van de lamp. Nu is de gradient in hoofdzaak bepaald door de diameter d van de buis [3]) en wel is het verband tusschen G en d voor een buis met de gebruikelijke gasvulling (kwik en argon) weergegeven in *fig. 1*. Nemen we voor V_B een bepaalde

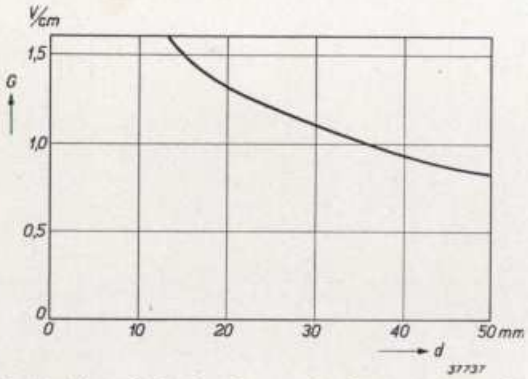

Fig. 1. Gradient G als functie van de diameter d van de ontladingsbuis, voor de gebruikelijke gasvulling der luminescentielampen (kwik + argon).

waarde aan, dan volgt uit fig. 1 voor elke waarde van d de vereischte lengte $l = V_B/G$ van de lamp. Deze lengte is in *fig. 2* als functie van d uitgezet, en wel voor verschillende waarden van de parameter V_B. Het punt l,d voor de te construeeren lamp zal in ieder geval beneden de lijn $V_B = 120$ V moeten liggen.

Een verdere beperking ontstaat door het feit, dat men eenerzijds de lamp een zekere minimum lichtstroom wil laten leveren — in ons geval werd deze vastgesteld op $\Phi = 100$ dekalumen —, terwijl het anderzijds als wenschelijk werd beschouwd de helderheid zoo laag te kiezen, dat het directe licht van de lampen bij toepassing zonder armaturen nog geenerlei verblinding veroorzaakt. Bij het hooge verlichtingsniveau, waaraan men bij moderne verlichtingen gewend is, is het hiervoor, zelfs bij de in huiskamers gebruikelijke geringe hoogte van ophangen, ruimschoots voldoende de helderheid B der lampen kleiner dan 0,3 K/cm² te maken. Nu is voor een buisvormige lichtbron $\Phi = B\,l\,d\,\pi^2/10$. Met $\Phi = 100$ en $B < 0{,}3$ volgt hieruit $l\,d > 340$ cm².

Teekenen we in fig. 2 de lijn $l\,d = 340$, dan moet dus het te kiezen punt l,d rechts van deze lijn liggen.

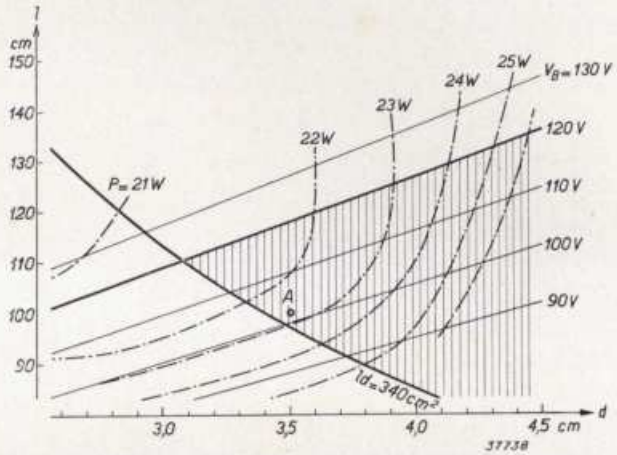

Fig. 2. De vrijwel rechte lijnen geven het uit fig. 1 afgeleide verband tusschen lengte l en diameter d der buislampen voor bepaalde waarden van de brandspanning V_B. De voorwaarden $V_B < 120$ V en $B < 0{,}3$ K/cm² bij een lichtstroom $\Phi = 100$ dekalumen beperken de keuze van de afmetingen der buizen tot het gearceerde gedeelte van het vlak. De gestippelde lijnen verbinden punten, waarbij voor $\Phi = 100$ dekalumen hetzelfde vermogen P noodig is. Punt A geeft de werkelijk gekozen afmetingen.

De keuze van het punt l,d binnen het overblijvende gearceerde gedeelte van het vlak wordt tenslotte vastgelegd door de wensch een zoo hoog mogelijk rendement te verkrijgen. Bij gegeven lichtstroom $\Phi = 100$ dekalumen beantwoordt aan elk punt in fig. 2 een bepaalde lichtstroom per meter buislengte (Φ/l), en hierbij behoort weer een bepaalde stroomsterkte i, die uit de experimenteel gevonden krommenschaar *fig. 3* kan worden afgelezen. Het verloop met de tijd van stroom en spanning van de ontladingsbuizen is vrijwel onafhankelijk van de afmetingen en de stroomsterkte, zoodat nu voor elk punt in fig. 2 uit i en V_B het wattverbruik P kan worden berekend, en wel is $P = 0{,}85\,i V_B$ (i en V_B zijn effectieve waarden). Door punten met gelijke waarde van P te verbinden krijgt men de in fig. 2 gestippeld aangegeven

Fig. 3. Verband tusschen de stroomsterkte i en de verkregen lichtstroom per meter buislengte (Φ/l), voor verschillende waarden van de diameter d der buizen. De krommen gelden voor een bepaalde samenstelling van de luminesceerende laag (kleurpunt I in fig. 9).

[2]) Zie: E. G. Dorgelo, Wisselstroomschakelingen voor ontladingslampen, Philips techn. T. **2**, 103, 1937.

[3]) In zekere mate hangt de gradient nog af van de stroomsterkte der ontlading, deze invloed wordt hier echter eenvoudigheidshalve verwaarloosd.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

krommen. Uit het verloop hiervan volgt, dat het punt *l,d* het best in de uiterste linker hoek van het gearceerde gedeelte kan worden gelegd. De meest voordeelige lamp, die voldoet aan de door ons gestelde eischen, wat betreft V_B, Φ en B, zou dus een lengte van 110 cm en een diameter van 3,1 cm moeten hebben. Men heeft de lengte afgerond tot 1 m, waarbij dan een diameter van 3,5 cm behoort. De stroomsterkte voor dit, in fig. 2 met *A* aangeduide, punt is 250 mA, het wattverbruik ca 22,5 W, het lichtrendement 44 lm/W.

De krommenschaar van fig. 3 geldt voor een bepaalde samenstelling van de luminesceerende laag in de buis. Voor andere practisch in aanmerking komende samenstellingen (andere kleuren) zal het verloop der krommen en derhalve ook dat der gestippelde krommen in fig. 2 iets anders zijn; de conclusie, dat het grootste rendement verkregen wordt in de hoek van het gearceerde vlak, blijft echter bestaan. De gunstigste dimensionneering van de lamp is dus onafhankelijk van de kleur, die we aan de lamp willen geven.

Het voorschakelapparaat

Het voorschakelapparaat, dat met het oog op de negatieve karakteristiek der gasontlading noodig is om de lamp stabiel te doen branden, bestaat in zijn eenvoudigste vorm uit een smoorspoel. Onderstellen we hiervoor een redelijk verbruik, van ca 5 W, dan is de arbeidsfactor, bij de hierboven vermelde waarden van het vermogen en de stroomsterkte in de lamp (22,5 W resp. 0,25 A), gegeven door $\cos \varphi = (22{,}5 + 5)/0{,}25 \cdot 220 = 0{,}5$. In het algemeen zal dus in dit geval een verbetering van de arbeidsfactor wenschelijk zijn.

Een punt, dat speciale aandacht vraagt, is het ontsteken. Bij de vroeger beschreven toepassing, waarbij men zich van een hoogspanningstransformator bediende, kon men de open spanning van de transformator gemakkelijk zoo hoog maken, dat de buizen onder alle omstandigheden ontsteken. De netspanning van 220 V is echter niet zonder meer voldoende om doorslag in het gas van de buis te veroorzaken. Men moet derhalve de ontsteekspanning verlagen door de gloeikathoden van de lamp van te voren op temperatuur te brengen, terwijl dan bovendien in het algemeen een spanningsstoot noodig is. Hiertoe wordt de lamp geschakeld volgens *fig. 4*. Nadat de lamp met de hoofdschakelaar *1* is ingeschakeld, wordt de hulpschakelaar *2* gesloten en vloeit er een stroom van ca 0,5 A door de smoorspoel *L* en de beide gloeikathoden. De kathoden zijn zoo gedimensionneerd, dat zij bij deze stroom in ongeveer 1 sec een voldoend hooge temperatuur bereiken. Wordt nu de hulpschakelaar geopend, dan veroorzaakt de zelfinductie een spanningsstoot op de lamp, waarvan de grootte, bij gegeven constructie van de schakelaar enz., nog afhangt van de fase van de wisselstroom op het moment van het verbreken. Is deze fase toevallig te ongunstig, dan moet het sluiten en openen van de hulpschakelaar worden herhaald.

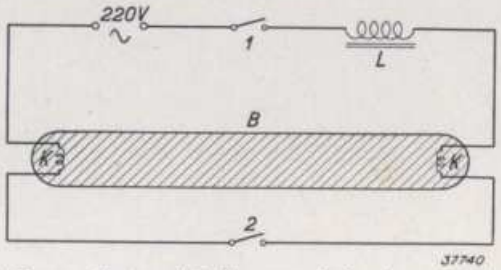

Fig. 4. Eenvoudigste schakeling van de luminescentielampen. *B* lamp, *L* smoorspoel, *K* gloeikathoden, *1* hoofdschakelaar, *2* hulpschakelaar voor het ontsteken.

Het sluiten en openen van de hulpschakelaar kan automatisch geschieden door deze uit te voeren in de vorm van een bimetaal-schakelaar van de in *fig. 5* weergegeven constructie. Het bimetaalreepje *B* met het schakelcontact *C* vormt de ééne electrode van een klein gasontladingsbuisje. Komt hierop door het sluiten van de hoofdschakelaar (*1* in fig. 4) de netspanning te staan, dan slaat het buisje door, het bimetaal wordt door de ontlading verwarmd en door zijn doorbuiging wordt het contact *C* gesloten. Nu worden dus de gloeikathoden van de lamp verhit. Tevens is echter de ontlading in het buisje zelf kortgesloten, het bimetaal koelt af, waardoor het contact *C* weer wordt geopend. Ontsteekt de lamp hierbij niet, dan herhaalt zich het spel, totdat de lamp ontsteekt.

Natuurlijk mag de bimetaal-schakelaar niet meer doorslaan, wanneer de lamp ontstoken is. De doorslagspanning van het schakelbuisje moet derhalve hooger zijn dan de brandspanning van de lamp en lager dan de netspanning, hetgeen door geschikte keuze van de gasdruk in het buisje verwezenlijkt kan worden. Ook moeten het contact *C* en de andere onderdeelen zoo uitgevoerd zijn, dat het openen voldoende abrupt geschiedt om de gewenschte spanningsstoot te doen ontstaan.

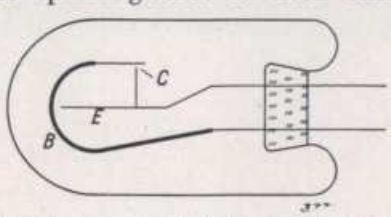

Fig. 5. Automatisch werkende hulpschakelaar voor de schakeling in fig. 4. *B* bimetaalreepje, *E* tegenelectrode, *C* schakelcontact. Tusschen *B* en *E* treedt een glimontlading op, die het bimetaalreepje verwarmt.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

In *fig. 6* is een foto weergegeven van de buislamp met een voorschakelapparaat, waarin een smoorspoel en een bimetaal-schakelaar zijn vereenigd.

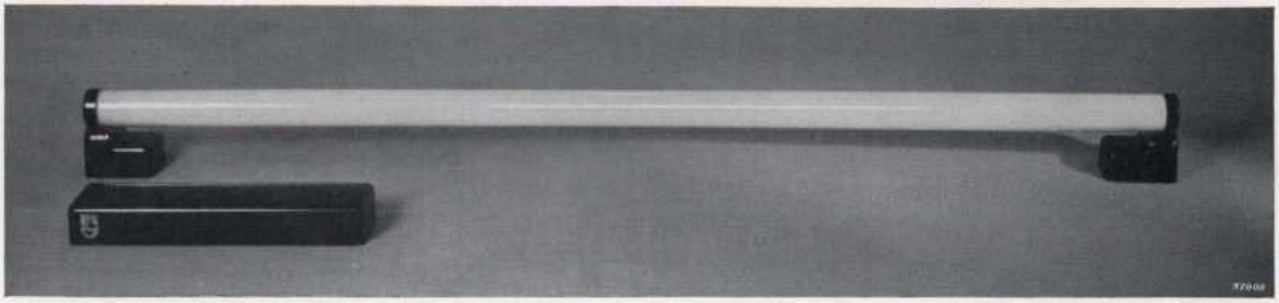

Fig. 6. Luminescentielamp TL 100, met voorschakelapparaat.

Een andere mogelijkheid om de lamp op het net aan te sluiten is het gebruik van een resonantieschakeling, zooals er bijv. in *fig. 7* een is weergegeven. Zijn de zelfinductie L en de condensator C in resonantie bij de netfrequentie, dan komt er in elke periode een voldoend hooge spanning op de lamp te staan om deze te doen ontsteken, vooral wanneer men er door een geschikte schakeling voor zorgt, dat bij het inschakelen tevens de gloeikathoden worden verhit. Na het ontsteken van de lamp werkt deze als shunt op C, zoodat de resonantie verstoord is. Een voordeel van de resonantieschakelingen is, dat de lamp vrijwel onmiddellijk na het inschakelen ontsteekt, terwijl bovendien de schakeling zoo kan worden ingericht, dat de arbeidsfactor van het apparaat met ontstoken lamp nagenoeg 1 bedraagt.

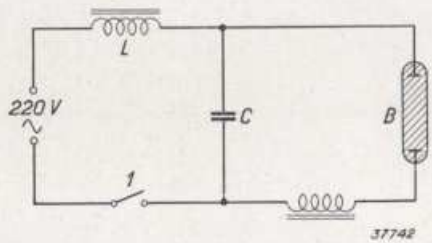

Fig. 7. Voorbeeld van een resonantieschakeling. De door de smoorspoel L en de condensator C gevormde kring is op de netfrequentie afgestemd.

De kleur der luminescentielampen

Algemeene overwegingen

Een der belangrijkste voordeelen van de luminescentielamp is de groote mate van vrijheid, die men heeft in het kiezen van de spectrale samenstelling van het uitgezonden licht, dank zij de mogelijkheid om verschillende luminesceerende poeders (fosforen) in willekeurige verhoudingen te mengen. In *fig. 8* is de spectrale energieverdeeling weergegeven van het licht van drie der meest gebruikte fosforen, nl. van cadmiumboraat (rood), willemiet (groen) en magnesiumwolframaat (blauw). De kleuren hiervan worden in de kleurendriehoek, *fig. 9*, voorgesteld door de punten C, W, M. Door mengen van de drie stoffen kunnen alle kleuren binnen de gearceerd aangegeven driehoek worden verwezenlijkt, waarbij het rendement in het gunstigste geval (in punt W) ca 70 lm/W bedraagt, in het ongunstigste geval (in punt C of M) ongeveer 35 lm/W [4]).

Ter vergelijking is in fig. 9 ook de lijn A geteekend, waarop de kleurpunten voor gloeiende zwarte lichamen van verschillende temperatuur liggen.

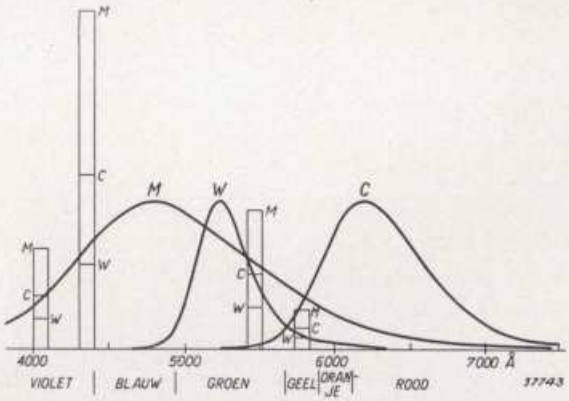

Fig. 8. Spectrale energieverdeeling van de luminescentie van cadmiumboraat (C), willemiet (W) en magnesiumwolframaat (M). Bij de laagdikte, welke het hoogste rendement oplevert, bedraagt de door de lampen mede uitgezonden zichtbare kwikstraling resp. 10, 5 en 10% van de totale straling. De kwiklijnen zijn overdreven breed geteekend en met zoodanige hoogte, dat het oppervlak een maat voor de relatieve energiebijdrage bij de genoemde laagdikte vormt. De ordinaten voor C, W en M staan in de juiste verhouding voor het geval, dat steeds dezelfde totale lichtstroom wordt geleverd. (Hetzelfde geldt bij fig. 11*a* en 12*a*.)

[4]) Bij de bepaling der kleurpunten voor de drie fosforen moet er rekening mee worden gehouden, dat het luminescentielicht door de buislamp nooit alléén wordt uitgezonden, maar steeds tezamen met een zeker, zij het dan ook klein, percentage kwiklicht. Dit percentage hangt af van de dikte der luminesceerende laag, die tevens het lichtrendement bepaalt. Er is telkens een dusdanige laagdikte ondersteld, dat het best mogelijke rendement wordt verkregen; de hierbij optredende percentages van het kwiklicht voor de drie fosforen zijn in fig. 8 aangegeven, en uit de spectrale samenstelling der totale stralingen zijn dan de drie kleurpunten berekend. — Over de kleurendriehoek in het algemeen zie bijv. Philips techn. T. **1**, 282, 1936 en **2**, 39, 1937.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

Op deze lijn vindt men het zonlicht, punt Z, dat een „kleurtemperatuur" van ca 5000 °K heeft (dwz. de kleur er van komt overeen met die van de straling van een zwart lichaam van ca 5000 °K),

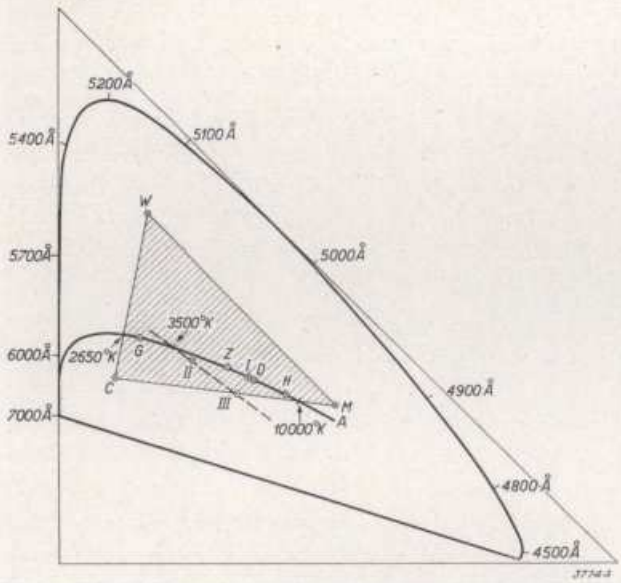

Fig. 9. Kleurendriehoek. C, W, M zijn de uit de krommen van fig. 8 berekende kleurpunten der drie fosforen. Door menging der fosforen kunnen alle kleurpunten binnen de gearceerde driehoek verwezenlijkt worden, met een rendement tusschen 70 lm/W (in punt W) en 35 lm/W (in C en M). Op de lijn A liggen de kleurpunten der zwarte lichamen met verschillende temperatuur (kleurtemperatuur). Verder zijn aangegeven de kleurpunten van : gasgevulde gloeilamp G, zonlicht Z, gemiddeld daglicht D, het blauwe hemellicht H, en drie soorten luminescentielampen I, II, III.

verder het zg. gemiddelde daglicht (het licht bij geheel bedekte hemel), punt D, met een kleurtemperatuur van ongeveer 6000 °K, het blauwe hemellicht H met ongeveer 8000 °K en een normale gasgevulde gloeilamp van bijv. 220 V, 500 W, punt G, met een kleurtemperatuur van 2850 °K. Door gloeidraden op verschillende temperatuur te gebruiken, zou men met de gloeilamp ook andere punten op de lijn A kunnen verwezenlijken; in punten rechts van G zou men echter tot een te kleine levensduur komen, terwijl in punten links van G het rendement, dat in G zelf ca 16,5 lm/W kan bedragen, snel daalt. Het laatste treedt ook op, wanneer men punten rechts van G tracht te bereiken met een gloeidraad op normale temperatuur, gecombineerd met filters, bijv. in de vorm van een gekleurde ballon; de Philips „zonlichtlamp", die volgens dit principe is geconstrueerd en waarvan de kleurtemperatuur ca 4200 °K bedraagt, heeft bijv. slechts het halve rendement van de normale gasgevulde gloeilamp.

Hoe zal men nu van de groote vrijheid, die men in de keuze van de kleur der luminescentielampen heeft, het best gebruik maken?

Gezien het feit, dat men volgens fig. 9 door geschikte menging der fosforen alle kleurtemperaturen tusschen 2650 en 10 000 °K kan verkrijgen, ligt het zeer voor de hand, het luminescentielicht met zijn uitstekend rendement ter vervanging of aanvulling van daglicht of gloeilampenlicht toe te passen. Daarbij moet echter met verschillende factoren rekening worden gehouden.

In de eerste plaats blijkt bij een bepaald verlichtingsniveau de kleurtemperatuur binnen zekere grenzen te moeten liggen, wil de verlichting niet een onaangename indruk teweegbrengen. Globaal gezegd, behoort bij laag resp. hoog verlichtingsniveau ook een lage resp. hooge kleurtemperatuur. We hebben dit verband proefondervindelijk wat nader onderzocht door in een kamer een variabel aantal gloeilampen aan te brengen, waarvan de stroomsterkte (dus de temperatuur der gloeidraden) kon worden gevarieerd. Het resultaat is in *fig. 10* weergegeven, terwijl in het bijschrift de experimenten nog nader zijn toegelicht. Beneden de onderste kromme vond men de verlichting „schemerig" (bij lage kleurtemperatuur) of „koud" (bij hooge kleurtemperatuur). Boven

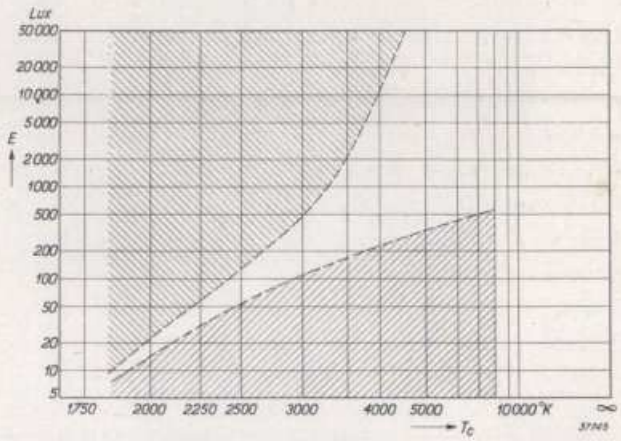

Fig. 10. Voor elke kleurtemperatuur bestaat er een hoogste en een laagste verlichtingsniveau, waarbij de verlichting „aangenaam" wordt gevonden: bij lagere niveaus doet de verlichting schemerig of koud aan, bij hoogere vindt men de kleurweergave onnatuurlijk. — Het linkergedeelte der grenskrommen, tot een kleurtemperatuur van 2850 °K. is opgenomen door in een kamer gloeilampen met instelbare (verminderde) stroomsterkte te laten branden en het aantal lampen te varieeren. Gemeten werd hierbij de verlichtingssterkte op een 80 cm hooge tafel. In het rechtergedeelte werd het laagste, nog niet „koud" aandoende, niveau bepaald door proeven met het daglicht zelf en met de hieronder te beschrijven daglicht-luminescentielampen. Het verloop van de bovenste kromme is in dit gebied geëxtrapoleerd met behulp van het feit, dat in het directe zonlicht (kleurtemperatuur 5000 °K) ook bij de hoogste voorkomende verlichtingssterkten (10^4 of 10^5 lux) de kleurweergave nooit „onnatuurlijk" wordt gevonden. Op de abscis is de reciproke waarde van de kleurtemperatuur T_c uitgezet, op de ordinaat de logarithme van de verlichtingssterkte E, omdat $1/T_c$ en $\log E$ een maat zijn voor de physiologische waardeering dezer grootheden. In deze coordinaten krijgt de onderste grenskromme een ongeveer rechtlijnig verloop. — Het zij nog vermeld, dat de proeven gedaan zijn in een laboratoriumkamer. Het bleek echter, dat in een huiskamer met lichte meubelen en licht behang globaal dezelfde grenzen worden verkregen.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

de bovenste kromme was de onnatuurlijke kleurweergave hinderlijk. Deze uiteraard vage grenzen, waarbinnen de verlichting „aangenaam" wordt genoemd, konden bij onze proeven toch althans met een nauwkeurigheid van eenige tientallen procenten worden bepaald.

Uit fig. 10 kan men nu verschillende conclusies trekken. Wil men bij de binnenverlichting het daglicht benaderen door luminescentielampen met hooge kleurtemperaturen te gebruiken, dan moet men volgens de kromme bij een kleurtemperatuur van 4000 °K minstens een verlichtingssterkte van 250 lux toepassen (over de beteekenis van deze getallen zie het bijschrift van fig. 10), bij 7000 °K zelfs minstens 500 lux. Waar het verlichtingsniveau reeds door andere overwegingen bepaald wordt, zal men de kleurtemperatuur niet willekeurig hoog kunnen kiezen; wil men bijv. in een huiskamer niet meer dan ongeveer 150 lux toepassen, dan is volgens de figuur 3500 °K de bovenste grens voor de kleurtemperatuur.

Een verdere beperking treedt op in het speciale geval, dat de nieuwe lichtbron gecombineerd moet kunnen worden met de reeds bestaande, met name met daglicht of met gloeilampen. De te combineeren lichtsoorten zullen dan bij benadering dezelfde kleur (dezelfde kleurtemperatuur) moeten hebben, althans geen storend kleurcontrast mogen vertoonen. Maar bovendien zal ook de verkregen kleurweergave voor de verschillende lichtbronnen niet teveel uiteen mogen loopen. Gelijkheid van kleur waarborgt nog geenszins gelijkheid van kleurweergave, daar deze laatste bepaald is door de spectrale samenstelling van het licht en eenzelfde kleurpunt in de kleurendriehoek met geheel verschillende spectrale samenstellingen kan worden verkregen. De kleurweergave zal hieronder nog nader worden behandeld.

Terwijl we tot nu toe alleen gevallen hebben beschouwd, waarin de luminescentielampen ter nabootsing van of in combinatie met stralingen op lijn *A* in fig. 9 zouden worden gebruikt, kan men zich nu afvragen, of ook luminescentielampen met kleurpunten in andere gedeelten van de gearceerde driehoek in aanmerking kunnen komen. De vraag, of een dergelijke keuze van het kleurpunt speciale voordeelen kan hebben, laten we daarbij nog even in het midden [5]).

Inderdaad blijkt een vrij groote afwijking van de lijn *A* geoorloofd te zijn, mits men op de volgende punten let. Ten eerste is er de wellicht paradoxaal lijkende eisch, dat het licht er niet merkbaar gekleurd mag uitzien. Bij rechtstreeksche onderlinge vergelijking zien natuurlijk alle lichtsoorten er in het algemeen gekleurd uit. Ontbreekt echter de mogelijkheid van vergelijken, dan zien bijv. het daglicht of het gloeilampenlicht er niet gekleurd, maar „relatief wit" uit, en dit geldt ook voor lichtsoorten met kleurpunten bezijden de lijn *A*, zoolang de afwijkingen niet al te groot worden.

De tweede eisch betreft de kleurweergave. Terwijl echter bij het gebruik van luminescentielicht in combinatie met ander licht de kleurweergave door vergelijken kan worden beoordeeld, waarbij zoowel de benaming van de verkregen kleurindruk als ook de helderheid en de verzadiging der waargenomen kleur voor beide lichtsoorten moeten overeenstemmen, is bij het toepassen van alléén luminescentielampen geen vergelijking mogelijk. Bij de beoordeeling der kleurweergave is men hier derhalve op het „kleurgeheugen" aangewezen, dat zich in hoofdzaak slechts tot de benaming van de kleuren uitstrekt. Men zal er dus voor moeten zorgen, dat de classificeering der kleurnuances van de voorwerpen in onze omgeving in het licht der luminescentielampen niet onnatuurlijk wordt, dwz. niet teveel afwijkt van die in daglicht.

Ten derde is er ook nu weer een beperking van de kleurtemperatuur in verband met de toegepaste verlichtingssterkte. Weliswaar kunnen we bij kleurpunten, die niet op de lijn der zwarte lichamen liggen, niet zonder meer van een kleurtemperatuur spreken. Toch kan men, zooals proeven van Judd hebben aangetoond [6]), ook aan dergelijke punten kleurtemperaturen ondubbelzinnig „toevoegen"; dit is dan telkens die temperatuur, waarbij een zwart lichaam het kleinst mogelijke kleurverschil met de beschouwde lichtsoort vertoont. Uit proeven is ons gebleken, dat fig. 10 — althans wat de onderste grenslijn betreft — ook voor toegevoegde kleurtemperaturen bruikbare resultaten oplevert.

Voorbeelden

We zullen nu aan eenige voorbeelden toelichten, hoe de verkregen inzichten in practijk kunnen worden gebracht.

Als eerste voorbeeld beschouwen we een lamp, die speciaal kan dienen ter aanvulling of vervanging van het daglicht. Aangezien de kleurtemperatuur van het daglicht varieert tusschen ongeveer 5000 en 8000 °K, naar gelang men met direct zonlicht

[5]) We beperken ons hier uitdrukkelijk tot de normale binnenverlichting. Dat men voor het verkrijgen van speciale effecten, bijv. voor reclamedoeleinden, van de lijn *A* zal kunnen afwijken, behoeft geen betoog.

[6]) D. B. Judd, J. opt. Soc. Amer. **26**, 421, 1936.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

Tabel I

Verdeeling van het licht van verschillende lichtbronnen over de acht aangegeven vakjes van het spectrum.

	4000	1	4200	2	4400	3	4600	4	5100	5	5600	6	6100	7	6600	8	7200
Lamp *I*		0,016		0,432		0,638		9,38		42,9		36,8		9,43		0,363	
Daglicht		0,027		0,228		0,801		10,8		40,8		36,3		10,3		0,73	
Lamp *II*		0,010		0,409		0,224		4,06		38,4		43,4		13,0		0,471	
Gloeilamp		0,005		0,060		0,249		5,47		33,4		42,6		16,7		1,57	
Lamp *III*		0,012		0,475		0,462		7,25		35,0		38,1		18,0		0,695	

of met het licht van de min of meer bedekte hemel te maken heeft, moet de kleurtemperatuur van de lamp, om met geen der verschillende soorten daglicht een sterk kleurverschil te vertoonen, tusschen ca 5500 en 7000 °K worden gekozen. Om bij gebruik van de lamp alléén niet op al te hooge verlichtingssterkten te zijn aangewezen, zal men de kleurtemperatuur niet hooger dan 5500 °K maken. Het kleurpunt van deze lamp ligt dan bij *I* in fig. 9. De spectrale energieverdeeling van het licht, dat met het hierbij behoorende mengsel van fosforen wordt verkregen, is in *fig. 11a* afgebeeld. In *tabel I* is de samenstelling van het licht ook nog aangegeven volgens de in dit tijdschrift al vaak gebruikte vakjesmethode [7]); het geheele spectrum is hierbij in acht golflengtegebieden (vakken) verdeeld, welker procentueele aandeelen aan de totale lichtuitstraling worden gemeten of berekend. Een vergelijking met de in dezelfde tabel aangegeven getallen voor het gemiddelde daglicht leert, dat ook een goede overeenstemming in de kleurweergave met de beide lichtsoorten kan worden verwacht. Dit werd experimenteel getoetst met behulp van de kleurenkaartjes van Ostwald's kleurenatlas, en wel in drie stappen. Eerst werd de helderheid der kaartjes in de twee te vergelijken lichtsoorten bepaald uit het gegeven spectrale verloop van de reflectiecoëfficient der kaartjes en uit de spectrale intensiteitsverdeeling der twee lichtsoorten. Voor een aantal kaartjes (van de *nc*-serie) is de verhouding der beide berekende helderheden in fig. 11*b* uitgezet. Men ziet, dat deze verhouding voor géén der kaartjes noemenswaardig van 1 afwijkt. Als tweede stap werden kleurnuance en verzadiging voor een stel kaartjes onderzocht, door van elk kaartje de ééne helft met het luminescentielicht, de andere helft met het gemiddelde daglicht te verlichten [8]). De waargenomen verschillen in kleur der twee helften worden aangeduid

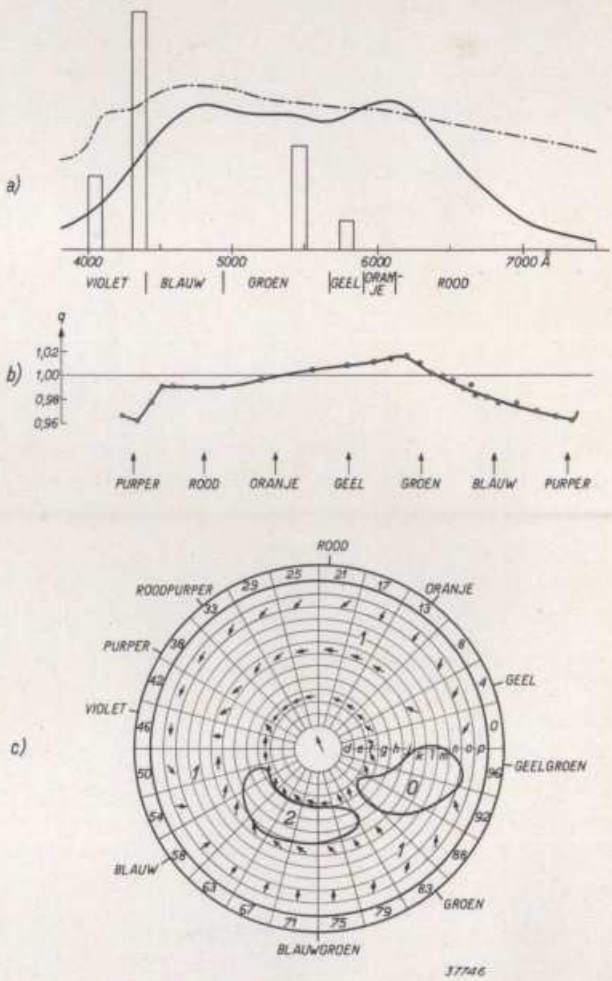

Fig. 11. *a*) Spectrale energieverdeeling van de straling van een luminescentielamp, waarin de fosforen zoodanig zijn gemengd, dat het kleurpunt *I* in fig. 9 wordt verkregen. De gestippelde kromme geldt voor het gemiddelde daglicht.

b) Een gekleurd kaartje vertoont bij verlichting met gemiddeld daglicht in het algemeen een andere helderheid dan bij even sterke verlichting met de luminescentielamp *I*. Hier is voor 24 kleurenkaartjes van de *nc*-serie van Ostwald's kleurenatlas, met de langs de abscis aangegeven tinten, de verhouding *q* der beide gemeten helderheden uitgezet. Overal ligt *q* zoo dicht bij 1, dat de verschillen practisch in het geheel niet worden opgemerkt.

c) Een volledig stel kleurenkaartjes (c-stel), dat eerst in daglicht en dan in licht van de lamp *I* werd bekeken. Elk vakje stelt een kaartje voor. De kleuren zijn langs de omtrek van de cirkel uitgezet (nummering 0-96); van binnen naar buiten neemt de verzadiging toe (letters *d*-*p*). De pijltjes geven de waargenomen kleurverschuivingen aan. Alleen in het met „2" aangeduide gebied zijn deze duidelijk merkbaar.

[7]) Zie bijv. Philips techn. T. **4**, 71, 1939.

[8]) Deze methode is reeds beschreven in: P. J. Bouma, De kleurweergave bij gebruik van verschillende „witte" lichtbronnen, Philips techn. T. **2**, 1, 1937.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

met 0 (niet merkbaar), 1 (juist merkbaar), 2 (duidelijk merkbaar), 3 (zeer opvallend, geheel andere kleur). Uit de in fig. 11c weergegeven resultaten ziet men, dat de verschillen bijna overal beperkt blijven tot „1"; er is slechts een heel klein gebied met verschillen van de grootte „2", terwijl verschillen „3" niet voorkomen. De meeste kleuren zijn bij gebruik van de lamp iets minder verzadigd dan in het daglicht. Als derde stap tenslotte zijn proeven gedaan, waarbij de kleurweergave alleen door het kleurgeheugen werd beoordeeld: de kleurenkaartjes van de genoemde serie werden met de lamp belicht en er werd getracht de waargenomen kleuren zoo nauwkeurig mogelijk te benoemen. De optredende verschillen ten opzichte van de benoeming der in daglicht waargenomen kleuren bleken gering te zijn en behoorlijk in overeenstemming met het diagram in fig. 11c.

Samenvattend kan dus worden gezegd, dat de luminescentielamp met het kleurpunt *I*, zoowel wat haar kleur als wat haar kleurweergave betreft, het gemiddelde daglicht zeer dicht benadert en zoowel ter vervanging als ter aanvulling hiervan kan dienen.

Ligt de nadruk meer op het aanvullen dan op het vervangen, dan behoeft men zich feitelijk niet ten doel te stellen, het gemiddelde daglicht zoo goed mogelijk te benaderen. Immers, een aanvulling van het daglicht zal in de practijk voornamelijk in het laatste uur voor zonsondergang noodig zijn, op welk tijdstip de kleurtemperatuur van het daglicht, vooral bij bedekte hemel, in het algemeen lager ligt [9]) dan de gemiddelde waarde (het licht is meer rood). Men zal dus ook de kleurtemperatuur der lampen lager kunnen kiezen.

Bij het tweede voorbeeld, dat we willen bespreken, is voornamelijk gedacht aan lagere verlichtingsniveaus. Voor lezen en ander werk zal men veelal een verlichtingssterkte van 150 à 250 lux willen toepassen. Volgens fig. 10 moet de kleurtemperatuur dan liggen tusschen ca 2550 en 4100 °K. De genoemde onderste grens beantwoordt nu in de kleurendriehoek fig. 9 aan een kleurpunt, dat verkregen wordt door vrijwel alleen cadmiumboraat en willemiet te mengen (verbindingslijn *C-W*). Een blik op de spectrale verdeelingen fig. 8 leert, dat het zoo verkregen licht practisch geen blauw en violet zal bevatten, behalve wat hiervan in het kwiklicht (de lijn 4358 Å) aanwezig is. Het is dus te voorzien, dat de kleurweergave door een lamp met een zoo lage kleurtemperatuur niet bevredigend zal zijn. Beter is het derhalve voor het beoogde doel een kleurtemperatuur meer in de buurt van de bovenste grens te kiezen, bijv. 3500 °K, waar het blauw-gehalte van het licht van het magnesium-wolframaat de weergave verbetert. Men kan hierbij nog verder komen door een weinig van de lijn *A* der zwarte lichamen af te wijken en over te gaan tot kleurpunten met de toegevoegde (zie hierboven) kleurtemperatuur 3500 °K. Deze punten liggen alle op de in fig. 9 gestippeld geteekende rechte lijn, en het hierop bijv. te kiezen punt is met *II* aangeduid. *Fig. 12a* laat de spectrale energie-

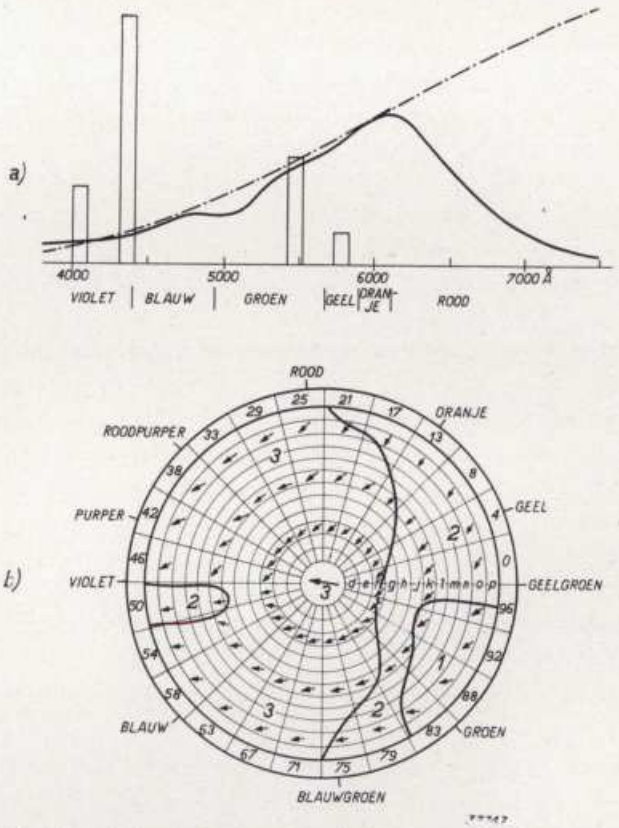

Fig. 12. *a*) Spectrale energieverdeeling voor luminescentielamp met kleurpunt *II* in fig. 9. De gestippelde kromme slaat op gloeilampenlicht.
b) Kleurverschuivingen der kleurenkaartjes bij verlichting eerst met gloeilampenlicht, dan met lamp *II*.

verdeeling van het licht van deze lamp zien, terwijl in tabel I de vakjesverdeeling is aangegeven. Ter vergelijking is hierbij ook de spectrale intensiteitsverdeeling van de gloeilamp vermeld. De kleurweergave van lamp *II* is op dezelfde wijze als hierboven onderzocht, en wel in de eerste plaats de beoordeeling met het kleurgeheugen. Alleen in het oranje kleurgebied traden daarbij merkbare verschillen met daglicht op. De verschillen liggen echter in dezelfde richting als die, welke optreden bij belichting met gloeilampenlicht, waaraan men reeds gewend is. Een directe vergelijking der kleurweergave van lamp *II* met die van de gloeilamp leverde vrij aanzienlijke verschillen, zie fig. 12*b*:

[9]) Zie L. S. Ornstein, J. G. Eymers, D. Vermeulen en G. W. Postma, Daylight measurements in Utrecht, Proc. Kon. Akad. Wet. Amsterdam **16**, 1-79, 1936.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

Zooals te verwachten was, gelijkt de kleurweergave van de lamp *II* in hoogere mate op die bij daglicht. Niettegenstaande dit verschil en niettegenstaande het verschil in de lichtkleur zelf van de lamp *II* en de gloeilamp, blijken bij een eventueele combinatie dezer beide soorten lichtbronnen nog geen al te hinderlijke effecten op te treden. Dit is, voor wat het verschil in lichtkleur betreft, wel te danken aan het feit, dat de verbindingslijn der punten *II* en *G* nagenoeg evenwijdig loopt met de lijn *A*; het is namelijk een bekend verschijnsel, dat een dergelijk kleurenverschil (blauw-geel contrast) in veel mindere mate onaangenaam wordt gevonden dan het kleurenverschil van twee punten, welker verbindingslijn ongeveer loodrecht op lijn *A* staat (rood-groen contrast).

Tenslotte moge hier een voorbeeld volgen, waarbij gebruik gemaakt wordt van de hierboven besproken mogelijkheid om ook vrij ver van de lijn der zwarte lichamen verwijderde kleurpunten toe te passen. Het nut van een dergelijke lichtbron kan bestaan in een wijziging van de kleurweergave in dien zin, dat de kleuren van alle voorwerpen er meer verzadigd gaan uitzien, zoodat het geheele hiermee verlichte interieur een frisscher en helderder indruk maakt. Iets dergelijks kan bijv. bij de gloeilamp worden verkregen door de energiebijdrage van het vakje 5600-6100 Å te verminderen met behulp van een filter van „Philiphan" glas [10]). Bij daglicht ontstaat een soortgelijk effect, wanneer men tegelijkertijd de energiebijdragen van de vakjes 5100-5600 en 5600-6100 Å vermindert. Met een bepaald mengsel van fosforen (kleurpunt *III* in fig. 9) kan men nu een spectrale energieverdeeling met een dergelijk minimum in het desbetreffende golflengtegebied verkrijgen, zie *fig. 13*. De met dit

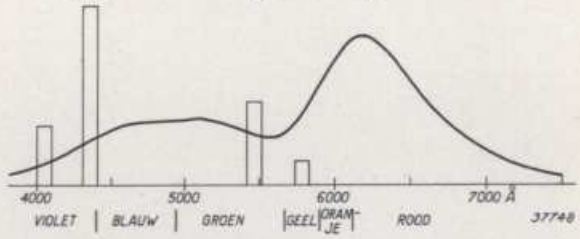

Fig. 13. Spectrale energieverdeeling voor luminescentielamp met kleurpunt *III* in fig. 9.

mengsel vervaardigde lamp levert ook inderdaad voor vele kleuren het effect van de verzadigingstoename. Aan de voorwaarde, dat de lamp zelf er nog „relatief wit" moet uitzien, is hier niet meer geheel voldaan. De indruk van gekleurdheid is echter nog zeer zwak en in verband met de speciale toepassingen van deze lamp niet ernstig. De kleurweergave moet in dit geval uitsluitend met het kleurgeheugen worden beoordeeld, daar de lamp niet voor gebruik in combinatie met andere lichtbronnen is bestemd. De gevonden kleurbenamingen blijken ook hier slechts weinig van die in het daglicht af te wijken.

[10]) P. J. Bouma, Kleurweergave van gloeilampen en „Philiphan"-glas, Philips techn. T. **3**, 47, 1938. — Er zij hier op gewezen, dat voor deze beschouwingen het begrip „verzadiging" niet physisch maar physiologisch moet worden opgevat: een kleur maakt de indruk, meer verzadigd te zijn, naarmate het kleurpunt verder is verwijderd van het kleurpunt van het gebruikte licht.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

EEN EENVOUDIG TOESTEL VOOR HET TELLEN VAN ELECTRONEN

door A. BOUWERS en F. A. HEIJN.

539.16.08

Voor het meten van een electronenstraling of van γ-stralen gebruikt men meestal een zg. electronenteller, die als belangrijkste onderdeel een met een gelijkspanning van ongeveer 1000 volt gevoed gasontladingsbuisje bevat, dat voor een binnentredend electron een stroomstoot geeft (Geiger-teller). Na een beknopte uiteenzetting over de algemeene bouw van de tellerbuisjes en de schakeling, waarin zij worden gebruikt, wordt in dit artikel een eenvoudige teller beschreven, die speciaal bedoeld is voor toepassing bij demonstraties, voor orienteerende metingen en dergelijke. In tegenstelling met de precisie-tellers, die door Philips voor wetenschappelijk onderzoek worden vervaardigd, is bij het beschreven toestel alle nadruk gelegd op het verkrijgen van een eenvoudig te bedienen en gemakkelijk te transporteeren geheel. Dit is o.a. mogelijk gemaakt door voor het opwekken van de vereischte gelijkspanning een cascade-schakeling toe te passen, bestaande uit kleine condensatoren en seleenventieltjes.

De processen, die zich in de kernen der atomen afspelen, manifesteeren zich veelal door de een of andere straling, waarmee zij gepaard gaan. Het klassieke voorbeeld hiervan is het spontane uiteenvallen van radium, waarbij zoowel electromagnetische golven (γ-stralen) worden uitgezonden als ook materieele deeltjes (electronen of β-stralen, en heliumkernen of α-stralen). Het experimenteele onderzoek van dergelijke processen komt dan ook voor een belangrijk gedeelte daarop neer, de uitgezonden stralingen aan te toonen en te meten.

De hiervoor ontwikkelde methoden hebben reeds een hooge trap van volmaaktheid bereikt. Zoo kan men bijv. met behulp van de zg. Wilson-kamer en een magneetveld de snelheid van uitgezonden electronen met groote nauwkeurigheid bepalen. Met ionisatiekamers en versterkers heeft men uiterst nauwkeurige metingen van de dracht van zware deeltjes (bijv. waterstofkernen) verricht. Enz.

In vele gevallen zal het echter heelemaal niet om dergelijke precisiemetingen te doen zijn. Voor demonstraties bij lezingen bijv. en voor orienteerende proeven zal men kunnen volstaan met een inrichting, waarmee men de straling alleen kan aantoonen en eventueel haar sterkte schatten, terwijl het in deze gevallen van meer belang is, de apparatuur zoo eenvoudig en handig mogelijk en liefst gemakkelijk transportabel te maken.

In dit artikel zal nu een toestel voor het aantoonen — het „tellen" — van electronen worden beschreven, dat speciaal voor de genoemde toepassingen is uitgewerkt. Voor een beter begrip is het daarbij gewenscht, eerst iets over electronentellers in het algemeen te zeggen.

Principe van de electronenteller

Voor het aantoonen van een electronenstraling maakt men meestal gebruik van de zg. Geigerteller. Dit is een gasontladingsbuisje met een bepaalde electroden-configuratie, dat bijv. geschakeld kan worden als in *fig. 1* is aangegeven. Op het buisje wordt een gelijkspanning gezet iets hooger dan de normale doorslagspanning. Doorslag treedt echter alleen op, wanneer er in het gas in het buisje een „kiem" aanwezig is in de vorm van een vrij electron. Dit electron zal nl. op weg naar de anode een aantal atomen ioniseeren; elk der op deze wijze vrijgemaakte electronen doet hetzelfde en er ontstaat een electronenlawine, die de inleiding vormt van een zelfstandige ontlading. Bij een geschikte vorm van het buisje en een voldoende grootte van de weerstand R in fig. 1 blijkt de ontlading echter niet stabiel te zijn: zij breekt na zeer korte tijd weer af, waarna het geheele verschijnsel zich met een nieuwe „kiem" kan herhalen. De kiemen kunnen nu bijv. worden geleverd door een electronenstraling, die van buiten in het ontladingsbuisje (tellerbuisje) treedt. Een electron openbaart zich dan door een korte stroomstoot door het buisje, die bijv. met een, in fig. 1 aangeduide, electrometer kan worden waargenomen en „geteld".

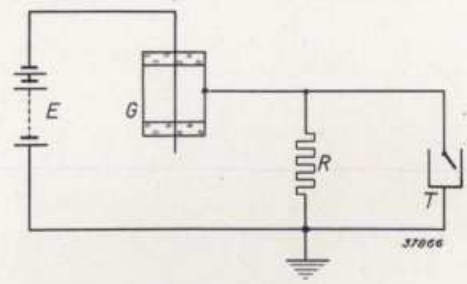

Fig. 1. Eenvoudigste schakeling van de Geiger-teller. G tellerbuisje, R weerstand van minstens 10^9 ohm, E gelijkspanningsbron voor 1200 V, T electrometer of een ander, de stroomstooten aanwijzend, instrument.

Een geschikte electroden-configuratie voor het tellerbuisje blijkt bijv. te zijn een cylindrische kathode, in welker as een dunne draad als anode is gespannen. De gasdruk wordt eenige cm Hg ge-

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

maakt, de spanning 900 à 1200 volt. Voor het overige worden door verschillende onderzoekers zeer uiteenloopende (soms tegengestelde) voorschriften gegeven betreffende de aard van het te kiezen gas, de voor de electroden te gebruiken materialen, enz. — een oneenigheid, die een weerspiegeling is van het feit, dat men voor het mechanisme van de in het tellerbuisje optredende verschijnselen, met name voor het afbreken van de ontlading, nog geen in alle opzichten bevredigende verklaring heeft kunnen vinden [1]). Essentieel voor het afbreken blijkt te zijn, dat de stroom, die na het doorslaan van het buisje gaat vloeien, een zekere, zeer geringe waarde niet overschrijdt. Nu veroorzaakt de bij het doorslaan snel aangroeiende stroom een snel toenemend spanningsverval langs de weerstand R, waardoor de spanning op het buisje daalt. Is R groot, dan wordt reeds bij zeer kleine stroomsterkte het spanningsverlies eenige honderden volt, met het gevolg, dat de stroomsterkte niet boven de genoemde critische waarde komt en de ontlading dooft.

Bij de in fig. 1 geschetste eenvoudige schakeling blijkt R minstens van de orde van grootte 10^9 ohm te moeten zijn om het gewenschte effect te verkrijgen. Hierdoor worden zeer hooge, in de practijk lastig te vervullen, eischen gesteld aan de isolatie der electroden en toevoerleidingen; immers, de isolatieweerstand moet nog aanzienlijk grooter zijn dan R, daar hij hieraan parallel staat. Een ander nadeel van de hooge waarde van R is het volgende. Komen kort na elkaar twee electronen in het tellerbuisje, dan zal het tweede electron alleen dan een afzonderlijke stroomstoot teweegbrengen, wanneer de teller de van het eerste electron afkomstige stoot alweer „vergeten" is, dwz. in zijn begintoestand teruggekeerd is. Dit duurt een zekere tijd, en wel wordt deze voor een goed deel bepaald door de snelheid, waarmee na het afbreken der ontlading de spanning op het buisje tot de oorspronkelijke waarde stijgt. Een maat hiervoor levert de RC-tijd van de stroomkring. Nemen we voor de capaciteit C van het tellerbuisje en de toevoerleidingen een waarde van 10 $\mu\mu$F aan — veel lager zal men in de practijk nauwelijks kunnen komen —, dan is bij $R = 10^9$ ohm de RC-tijd 10^{-2} sec. Dit is dan ook ongeveer de grens voor het „oplossend vermogen" van de teller, dwz. twee electronen, die met een tijdsinterval van minder dan 10^{-2} sec in het tellerbuisje komen, worden slechts als één geteld. Klaarblijkelijk is het oplossend vermogen geringer, naarmate R grooter is.

Een belangrijke verbetering, wat de vereischte grootte van R betreft, verkrijgt men door de in *fig. 2*

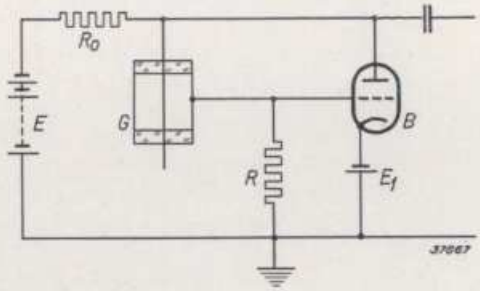

Fig. 2. Schakeling volgens Neher en Harper. De spanning op R wordt door een versterkerbuis B versterkt. De weerstand R behoeft hier slechts 10^7 ohm te bedragen, de anodeweerstand R_0 nog veel minder. De gelijkspanningsbron E_1 levert de noodige roostervoorspanning.

aangegeven schakeling [2]). De spanning op R wordt aan het rooster van een versterkerbuis toegevoerd, die in normale toestand, dank zij een voldoend sterke negatieve roostervoorspanning, geen anodestroom doorlaat. Bij een zeer kleine spanning op R, veroorzaakt door het ontsteken van het tellerbuisje, gaat reeds een groote anodestroom vloeien, die een dusdanig spanningsverval langs de anodeweerstand R_0 tengevolge heeft, dat het buisje dooft. Om het dooven op dezelfde wijze als in de schakeling fig. 1 te bewerkstelligen (dwz. bij dezelfde waarde van de stroomsterkte door het buisje), behoeft de weerstand R nu slechts ongeveer 10^7 ohm te bedragen, met $R_0 \approx 10^6$ ohm. Men kan dan met een normale isolatie van electroden en leidingen volstaan, terwijl het oplossend vermogen van de teller honderd maal zoo groot geworden is.

Bij het laatste punt moeten we nog even blijven staan. Behalve het tellerbuisje en de bijbehoorende schakeling bevat de apparatuur nog een aanwijzend instrument, waarvoor we hierboven als eenvoudigste mogelijkheid een electrometer hebben ondersteld; in plaats hiervan gebruikt men meestal een instrument, dat automatisch het aantal ontvangen stroomstooten registreert, nl. de uit de telefoontechniek bekende gesprekkenteller. Het is duidelijk, dat het oplossend vermogen van de electrometer of de gesprekkenteller tengevolge van hun mechanische traagheid altijd vrij beperkt is, in het algemeen veel minder dan 100 per seconde. En aangezien ook hier geldt, dat het langzaamste schip de snelheid van de geheele flottielje bepaalt, zou het geen zin hebben, het oplossend vermogen van de teller-schakeling zoo hoog mogelijk op te voeren zonder tegelijk de aflezing dienovereen-

[1]) Een overzicht van een aantal belangrijke publicaties op dit gebied geeft J. H. Gisolf, Electronentellers, Ned. T. Natuurk. **4**, 129, 1937.

[2]) H. V. Neher en W. W. Harper, Phys. Rev. **49**, 940, 1936.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

komstig in te richten. Dit kan geschieden met behulp van een „deel-apparaat" (scale-of-two [3]), dat er voor zorgt, dat slechts iedere tweede stroomstoot van het tellerbuisje wordt doorgegeven naar de gesprekkenteller, of naar een tweede, derde ... deel-apparaat, dat op dezelfde wijze werkt. Door de deeling bijv. in vier trappen uit de voeren, wordt slechts ieder 16de electron in de gesprekkenteller geregistreerd, zoodat deze 16 maal zooveel electronen per seconde kan verwerken als zijn mechanische traagheid zou toelaten.

Electronentellers met dergelijke deel-apparaten, die voor nauwkeurige onderzoekingen onontbeerlijk zijn, worden ook door Philips vervaardigd. Bij het hier te beschrijven toestel was echter geen bijzonder groot oplossend vermogen vereischt. Hiervoor werd derhalve wel de schakeling van fig. 2 toegepast, die alle speciale voorzorgen voor de isolatie (drooghouden van de lucht enz.) overbodig maakt, er is echter geen deel-apparaat aangebracht, teneinde het geheele toestel niet onnoodig ingewikkeld en zwaar te maken. We zullen nu het toestel zelf wat nader bekijken.

Beschrijving van het toestel

Het tellerbuisje

De voornaamste gegevens voor de bouw van het tellerbuisje zijn hierboven reeds genoemd, terwijl tevens werd vermeld, dat in sommige opzichten, vooral wat betreft het electrodenmateriaal en de gasvulling, de meeningen omtrent de gunstigste keuze nogal uiteenloopen. In dit laboratorium zijn een reeks onderzoekingen hieromtrent verricht [4]), die tenslotte tot het resultaat leidden, dat de keuze van het electrodenmateriaal en van het gas er niet zoo veel toe doet als men vroeger dacht, mits men maar zorg draagt voor de grootst mogelijke zuiverheid. Dit beteekent o.a., dat de anodedraad en de wanden van het tellerbuisje geenerlei geadsorbeerde verontreinigingen mogen bevatten, die tijdens het bedrijf vrij kunnen komen. Het tellerbuisje moet derhalve, alvorens het met het gewenschte gas (bijv. een mengsel van argon en waterstof) te vullen en af te smelten, zorgvuldig onder verhitting worden ontgast, evenals bijv. met zendbuizen, röntgenbuizen enz. wordt gedaan. Dit wordt bij de hier ontwikkelde tellerbuisjes evenals bij de Philips zendbuizen en röntgenbuizen mogelijk gemaakt door de toepassing van chroomijzer: door de cylindrische kathode uit dit materiaal te vervaardigen, kan er aan weerskanten een glazen buisje aan worden gelascht, dat een als anode dienende wolfraamdraad draagt. De lasschen zijn vacuumdicht en bestand tegen verhitting. Deze constructie is op de röntgenfoto *fig. 3* goed te zien. De kathodecylinder wordt zoo dun gemaakt (ca 0,1 mm wanddikte), dat ook electronen met geringe snelheid er nog doorheen kunnen dringen. De 0,1 mm dikke anodedraad wordt tijdens het ontgassen verhit door er een electrische stroom door te leiden. Om de draad hierbij en later goed gespannen te houden (hij moet goed centrisch in de kathodecylinder staan) is het in fig. 3 links zichtbare veertje aangebracht.

Interessant is nog, dat het in het tellerbuisje verwerkte glas geen kalium mag bevatten, daar dit element een natuurlijke, zij het ook zeer zwakke, radioactiviteit vertoont en de uitgezonden electronen voortdurend tot stroomstooten aanleiding zouden geven. Een andere oorzaak van dergelijke ongewenschte stroomstooten is de overal in de ruimte aanwezige kosmische straling. Daar het aantal hierdoor optredende stooten evenredig is met het volume van het tellerbuisje, is het buisje voor ons toestel vrij nauw en kort gemaakt. (Omgekeerd worden de tellerbuizen, die Philips speciaal voor het onderzoek der kosmische straling bouwt, zeer groot gemaakt.)

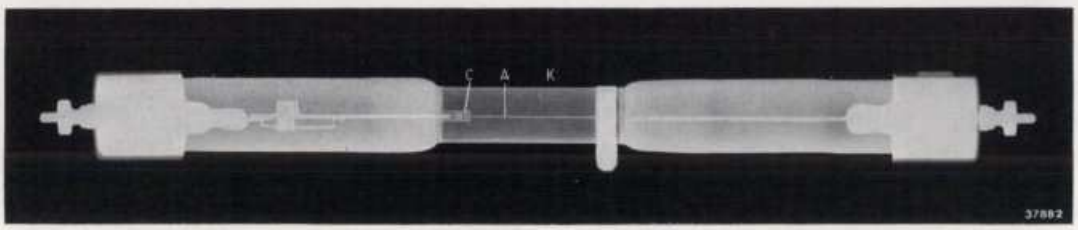

Fig. 3. Röntgenfoto van tellerbuisje. Aan de dunwandige chroomijzeren kathodecylinder K is aan weerskanten een buis van goed isoleerend, kaliumvrij glas gelascht. Het links zichtbare veertje houdt de dunne, als anode dienende, wolfraamdraad A gespannen. De afschermpijpjes C dienen ter verbetering van het verloop van het electrische veld in het buisje.

[3]) De eerste hiervoor ontwikkelde inrichting werd aangegeven door C. E. Wynn-Williams, Proc. Roy. Soc. A **136**, 312, 1932.

[4]) W. de Groot en J. H. Gisolf, Ned. T. Natuurk. **3**, 161, 1936; J. H. Gisolf, Physica **4**, 69, 1937, en het in [1]) aangehaalde artikel.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

De kwaliteit van een tellerbuis kan men beoordeelen met behulp van de zg. telkarakteristiek. Deze geeft aan, hoeveel electronen het buisje bij verschillende spanningen werkelijk telt, wanneer men er een bepaalde straling, dwz. een bepaald aantal electronen per minuut, in laat komen. Bij zeer lage spanning (te klein voor het ontstaan van electronenlawines) zal het buisje klaarblijkelijk heelemaal niets doen; bij zeer hooge spanning zal de door de weerstand R teweeggebrachte spanningsdaling geen dooven kunnen veroorzaken en zal dus een continue ontlading optreden. Tusschen deze uiterste grenzen ligt een meer of minder scherp afgebakend spanningsgebied, het „telgebied", waarbinnen het buisje een aantal stroomstooten, evenredig aan het aantal binnentredende electronen geeft. Hoe uitgestrekter het telgebied, hoe beter het tellerbuisje. In *fig. 4* is een karakteristiek van de hier beschreven tellerbuisjes weergegeven. Men ziet, dat bij de voor het opnemen gebruikte straling de spanning tusschen ongeveer 1000 en 1150 V mag liggen. Bij intensievere stralingen wordt het telgebied smaller.

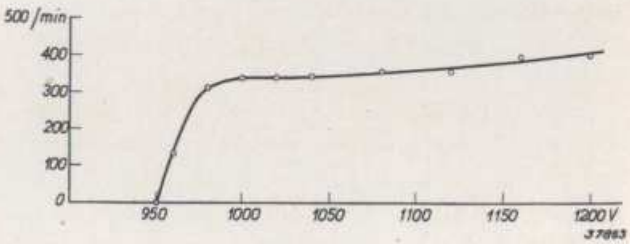

Fig. 4. Telkarakteristiek van het tellerbuisje. Als stralingsbron diende een preparaat van 1 mg radium, ingesloten in een looden huls van 1 cm dikte en geplaatst op 1 m afstand van de teller. Uitgezet is het aantal door de teller geregistreerde stroomstooten als functie van de spanning op het tellerbuisje. Het „telgebied", waarin het aantal stroomstooten een juiste maat levert voor de intensiteit der straling, strekt zich in dit geval uit van ongeveer 1000 tot 1150 V.

De schakeling

De schakeling van het toestel is in *fig. 5* weergegeven. Zij komt in hoofdzaak overeen met die van fig. 2. Als versterkerbuis B_1 wordt een buis met groote steilheid gebruikt, die dus bij een kleine toename van de roosterspanning reeds een groote anodestroom en daarmee een groote spanningsdaling op het tellerbuisje levert. De vereischte roostervoorspanning kan in dit geval niet, zooals in normale versterkerschakelingen gebruikelijk is, door een weerstand in de kathodeleiding worden verkregen, daar de buis immers in de rusttoestand geen stroom voert. Derhalve wordt de voorspanning met behulp van een potentiometer afgenomen van het plaatspanningsapparaat, dat voor de voeding dient. Voor het eigenlijke tellen van de stroomstooten worden deze met behulp van een tweede versterkerbuis B_2 nog verder versterkt en aan een gesprekkenteller toegevoerd, aan welks ratelen men de intensiteit der straling al op het gehoor, zonder aflezingen, kan schatten.

Zooals hierboven werd vermeld, is voor het tellerbuisje een gelijkspanning van 900 à 1200 V noodig. Het opwekken van een dergelijke spanning is op zichzelf geen probleem; bij de gebruikelijke methode, nl. toepassing van een transformator met ventielbuizen, komt men echter tot vrij zware constructies. Om het toestel niet hiermee te belasten, is hier een andere weg gekozen. In dit tijdschrift is

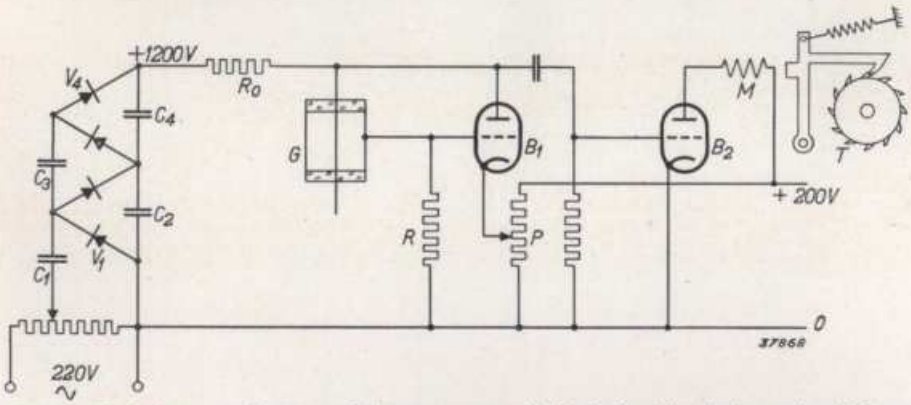

Fig. 5. Schakeling van het toestel (iets vereenvoudigd). In hoofdzaak komt de schakeling overeen met fig. 2. De door het tellerbuisje G veroorzaakte stroomstooten in de versterkerbuis B_1 worden in een tweede buis B_2 versterkt en aan een telwerkje (gesprekkenteller) T toegevoerd. Dit bevat een door de anodestroom van B_2 bekrachtigde magneetspoel M, welke bij elke stroomstoot een hefboom aantrekt, die met een grijper een tandrad doet verspringen. De voedingsspanning voor het tellerbuisje wordt verkregen door middel van een cascadeschakeling van condensatoren C_1-C_4 en seleenventielen V_1-V_4. Met de potentiometer P wordt de roostervoorspanning van de versterkerbuis B_1 ingesteld.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

reeds vroeger uiteengezet [5]), dat met behulp van een schakeling van condensatoren en ventielen (cascade-schakeling) uit een wisselspanning met de topwaarde E een gelijkspanning $2E$, $3E$, $4E$ enz. kan worden verkregen. Deze schakeling, die in het algemeen alleen wordt toegepast voor het verkrijgen van zeer hooge spanningen (van honderden kV), blijkt in dit geval ook voor de betrekkelijk lage spanning van 1200 V van voordeel te zijn. De wisselspanning wordt door het net geleverd (bij 220 V is de topwaarde ca 300 V) en kan met een potentiometer nog worden geregeld. De vier opeenvolgende trappen van condensatoren en ventielen, waarmee hieruit de hooge gelijkspanning wordt verkregen, zijn in fig. 5 aangegeven. Als ventielen worden seleenventielen gebruikt, die ter verkrijging van de vereischte sperspanning van 600 V opgebouwd zijn uit telkens ongeveer 20 op elkaar gestapelde elementen, ieder met een sperspanning van ca 30 V [6]). Op deze wijze komt men tot een uiterst klein en licht geheel, hetgeen door *fig. 6* wordt gedemonstreerd.

Fig. 6. Cascade-schakeling voor 1200 V. De ventielen bestaan ieder uit 20 seleenelementjes, die in een glazen buisje op elkaar gestapeld zijn en door een veer stevig op elkaar worden gedrukt.

Tot slot nog een enkel woord over de toepassingsmogelijkheden. Behalve voor de reeds genoemde toepassingen, zooals het aantoonen van een electronenstraling bij demonstraties, kan het

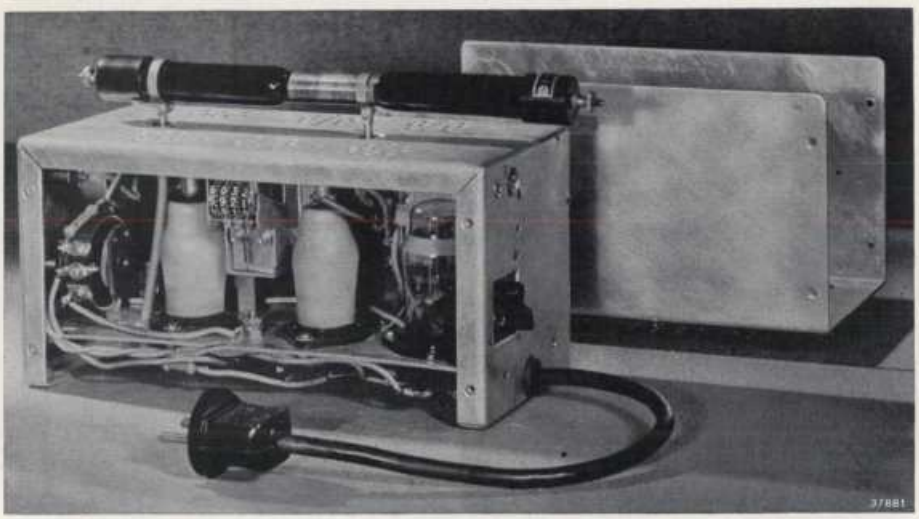

Fig. 7. De volledige electronenteller, geopend. Bovenop het kastje ziet men het tellerbuisje. Door een smalle opening in het huis kan de stand van het telwerkje worden afgelezen. Door twee gaten aan de rechterkant kan met een schroevendraaier de voedingsspanning voor het tellerbuisje en de roostervoorspanning van de eerste versterkerbuis worden gevarieerd, voor zoover dit noodig mocht zijn. Rechts onderaan de aansluiting voor de netspanning en een schakelaar, bovenaan een aansluiting, waar men de stroomstooten van de buis B_1 kan afnemen en desgewenscht aan een deel-apparaat toevoeren, wanneer men metingen met grooter oplossend vermogen wil verrichten. Het toestel is $23 \times 12 \times 12$ cm groot en weegt slechts $2^1/_2$ kg.

In *fig. 7* geven we een foto van het volledige toestelletje, dat rechtstreeks op het lichtnet kan worden aangesloten.

apparaatje ook op ander gebied van nut zijn. In ziekenhuizen komt het bijv. nogal eens voor, dat radioactieve preparaten, die voor het bestralen van een patient in een verband waren ondergebracht, zoek raken. Zij kunnen dan vaak terug gevonden worden door de ruimte, waarin zij zich vermoedelijk bevinden, met een electronenteller af te tasten, die de nabijheid van het preparaat met hevig geratel

[5]) Philips techn. T. **1**, 6, 1936.

[6]) Over seleenventielen en hun toepassing zie D. M. Duinker, Philips techn. T. **5**, 200, 1940. De hier gebruikte seleenelementen zijn van een speciaal voor zeer kleine stroomsterkten uitgewerkte constructie.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

van het telwerkje zal aankondigen [7]). Ook kan het apparaatje voor den medicus nuttig zijn om de eventueele afscheiding in de urine van aan een patient toegediende kunstmatig radioactieve stoffen [8]) te controleeren. Ook de aanwezigheid van γ-stralen, röntgenstralen, ultraviolette stralen en zichtbaar licht kan met de „electronenteller", zij het dan indirect, worden aangetoond, daar deze stralingen electronen uit de kathode van het tellerbuisje vrijmaken (foto-electrisch effect). Bij het hierboven vermelde aantoonen van een radioactiviteit zal het zelfs meestal de γ-straling zijn, die het toestel doet reageeren. (Ook bij het opnemen van fig. 4 was dit het geval.) Om bij het gebruik van het toestel geen last te hebben van het daglicht, is het tellerbuisje zwart gelakt. Brengt men in de laklaag een klein venster aan, dan kan men met het toestelletje aardige effecten verkrijgen. Het reageert bijv. onmiddellijk met een duidelijke toename van zijn ratelen op het openen van een raam, daar dan meer ultraviolette straling, die foto-electrisch zeer actief is, in de kamer treedt. Het ontvlammen van een lucifer wordt door het toestel nog op vele meters afstand opgemerkt; enz. Dat ook de kosmische straling stroomstooten in het tellerbuisje veroorzaakt, hebben we reeds vermeld. Gebruikt men geen speciaal pantser van lood of ijzer om deze straling te verzwakken, dan telt het apparaatje hierdoor ongeveer 13 stooten per minuut; met een pantser van 10 cm ijzer daalt dit aantal tot 6 per minuut.

[7]) Het is wel bekend, dat zich eenige jaren geleden in ons land een dergelijk geval heeft voorgedaan, waarbij het gelukte om een in een instituut te Den Haag verloren gegaan preparaat terug te vinden op de terreinen van de vuilstorting in Drente!

[8]) Zie hierover het artikel van F. A. Heijn en A. Bouwers in de vorige aflevering van dit tijdschrift (**6**, 52, 1941).

MONTAGEDRAAD VOOR TELEFONIE-INSTALLATIES

door H. FEINER en J. HOEKSTRA.

621.315.616

Montagedraad voor telefonie-installaties wordt gewoonlijk geïsoleerd met textielstoffen, welke ter bescherming van een impregneering of van een laklaag worden voorzien. In dit artikel wordt de verbetering der draadisolatie besproken, welke door een speciale keuze van de grondstoffen kon worden bereikt. In het bijzonder wordt gewezen op chloorrubberlak, welke uitstekende diëlectrische eigenschappen vereenigt met het voordeel, onbrandbaar te zijn. Tenslotte wordt ingegaan op de technische toepassing van montagedraad.

De technische installaties in de tegenwoordige telefooncentrales en versterkerstations zijn opgebouwd uit rekken, die tallooze verbindingen bevatten en onderling en met de aders van de telefoonkabel (kabelverdeelrek) door een groot aantal leidingen zijn verbonden.

Aan deze leidingen, die vrijwel steeds uit dubbele aders bestaan, worden eischen gesteld, welke in het algemeen overeen komen met de eischen, die ook aan telefoonkabels worden gesteld. In de eerste plaats moet worden genoemd de eisch van een voldoende isolatie. Verder moet zoowel bij het montagedraad als bij een telefoonkabel naar een compromis worden gestreefd tusschen de totale doorsnede van de geïsoleerde dubbele draad en de capaciteit per eenheid van lengte. Naarmate de isolatielaag dunner is, wordt de doorsnede kleiner en de capaciteit grooter. Bij de vele km lange telefoonkabels beteekent de capaciteit tusschen de draden bij wisselspanning in zekere zin een shunt voor de aangesloten apparatuur, welke zelfs voor de betrekkelijk lage frequenties der spraak aanleiding kan geven tot aanmerkelijke spanningsverliezen. Om deze zoo klein mogelijk te houden wordt voor deze capaciteit een bovenste grens van omstreeks 30 pF/m voorgeschreven. Bij de telefoon-montagedraden, welke per verbinding ten hoogste een lengte van enkele tientallen meters beslaan, kan men zonder bezwaar een capaciteit van 100 tot 130 pF/m toelaten. Dat hierdoor een verkleining van de doorsneden kan worden verkregen, is een groot voordeel in verband met een economische montage in de rekken, waar binnen een betrekkelijk kleine beschikbare ruimte een zeer groot aantal verbindingen moet worden uitgevoerd.

Deze opeenhooping van verbindingsdraden vormt tijdens het monteeren een uiterst onoverzichtelijk geheel (*fig. 1*), waarom men genoodzaakt is de draden te kenmerken. Het gebruikelijke middel hiertoe is de draden in verschillende sprekende kleuren of kleurencombinaties uit te voeren. Het is dus niet toevallig, dat een bundel telefoon-montagedraden steeds een fraaie aanblik oplevert, doch de aesthetica is hier de dochter van de techniek.

Aan de isolatielaag moet dus de eisch worden gesteld, dat ze in verschillende kleuren kan worden uitgevoerd. Opdat de kleuren op den duur niet door stof en vuil vervagen, is het verder zeer gewenscht, dat de oppervlakte glad zij.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

Tenslotte is het in de laatste tijd hoe langer hoe sterker wenschelijk gebleken, dat de telefoon-montagedraad niet brandbaar is, of althans niet voortbrandt, wanneer hij eenmaal aangestoken is. Deze eisch dient ten behoeve van een ongestoorde telefoonexploitatie met kracht bevorderd te worden, aangezien reeds meermalen gebleken is (in ons land bijv. bij een brand in de telefooncentrale van Amsterdam), welk een enorme storing in het telefoonverkeer kan optreden door een op zich zelf geringe brand, wanneer deze de zg. „boomen" van montagedraad aantast.

Samenvattende kunnen we dus voor de isolatie van een telefoon-montagedraad de volgende eischen formuleeren:

1) hooge soortelijke weerstand,
2) lage diëlectrische constante,
3) glad oppervlak, met heldere kleuren,
4) onbrandbaarheid.

Wanneer de draad wordt toegepast in installaties voor draaggolftelefonie, waarin wisselstroomen van veel hoogere frequentie optreden dan bij de normale laagfrequente telefonie, dan is de waarde van de capaciteit van veel meer belang, terwijl bovendien ook op de diëlectrische verliezen van het isolatiemateriaal moet worden gelet. De normale voor telefoon-montagedraad toegepaste isolatiematerialen zijn derhalve voor de bedrading van draaggolfsystemen niet bruikbaar. Wij willen in dit artikel eerst de bouw van de isolatie van een mechanisch

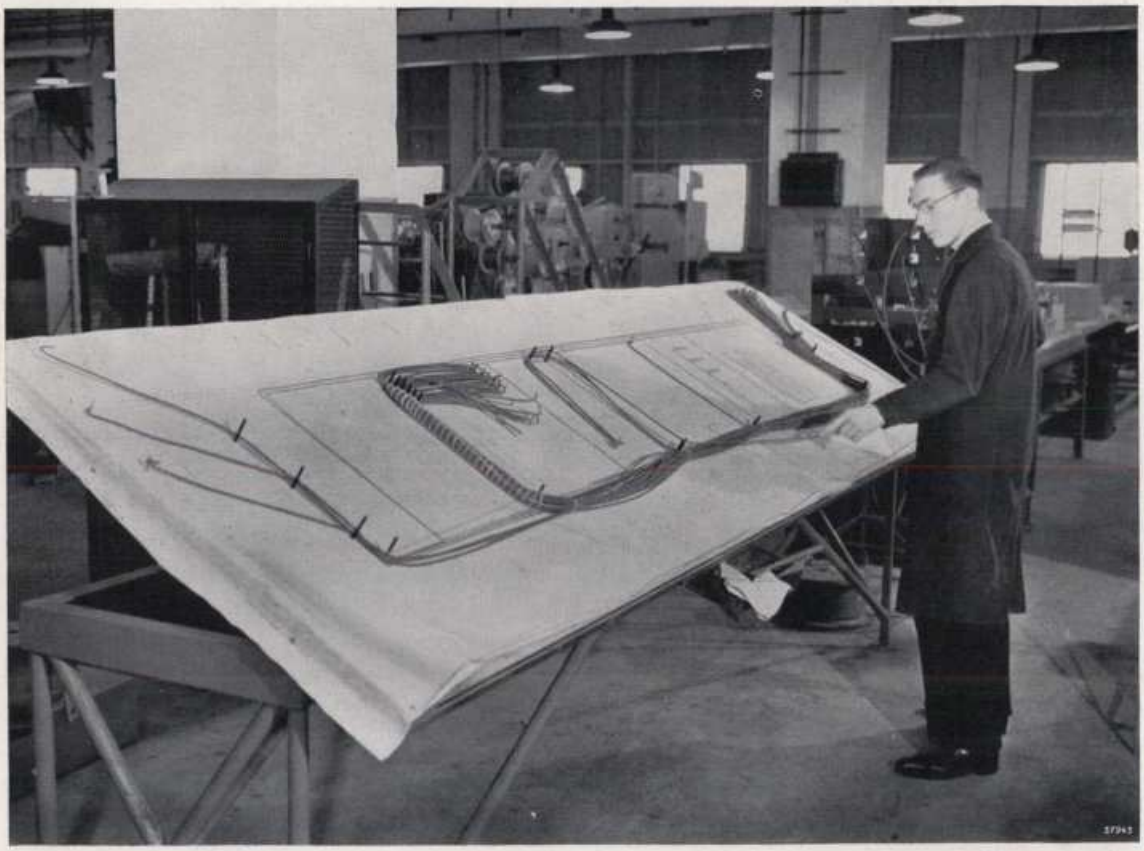

Fig. 1. Boven: De draden van een telefoonrek worden op een montagetafel uitgelegd en gebundeld. Beneden: De verkregen „draadboom". Op de foto, welke de kleuren niet weergeeft, lijkt het ontwarren hiervan een hopelooze taak.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

stevige onbrandbare montagedraad voor laagfrequente telefonie bespreken en daarna laten zien, op welke wijze wij er in geslaagd zijn de diëlectrische eigenschappen van de isolatielaag zoodanig te verbeteren, dat een draad wordt verkregen, die ook voor draaggolfsystemen bruikbaar is.

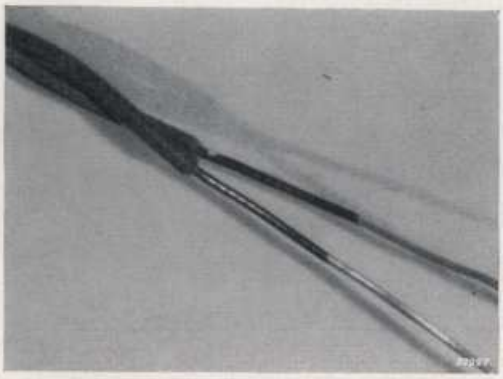

Fig. 2. Kruisverbindingsdraad, bestaande uit een vertinde koperen kern, omgeven door een laag emaillelak en een laag geïmpregneerde katoen.

Telefoon-montagedraad voor laagfrequente telefonie

De gebruikelijke isolatie van telefoon-montagedraad bestaat uit textielstoffen, die om een compacter geheel te verkrijgen worden geïmpregneerd. Men past bijv. katoenomspinning of -omvlechting toe, geïmpregneerd met was, paraffine, aardwas of een mengsel van deze stoffen. De hiermede verkregen isoleeringen voldoen in electrisch opzicht in een droge atmosfeer op bevredigende wijze; de gladheid van het oppervlak laat echter nog te wenschen over en vooral zijn deze draden zeer brandbaar.

Om met het laatste punt te beginnen: de brandbaarheid verdwijnt bij gebruik van chloorhoudende isolatiewassen (bijv. gechloreerde naphtaline) als impregneermiddel. Deze stoffen ontwikkelen nl. bij verhitting verstikkende gassen, welke een ontvlammen van de draadisolatie beletten. De chloorhoudende wassen hebben echter het practische bezwaar, dat ze bij de fabricage, waarbij het impregneermiddel verhit moet worden, sterk giftige dampen ontwikkelen, terwijl ook de vaste isolatiewassen door de huid heen soms toxisch kunnen werken. Wij zijn er in geslaagd dit bezwaar te ontgaan door in de plaats van chloorhoudende wassen chloorrubber te gebruiken. Choorrubber behoort tot de zg. hoogpolymeren, dit zijn organische verbindingen met zeer lange molecuulketens, welke op zichzelf niet voldoende dun vloeibaar zijn om als impregneeringsvloeistof te worden gebruikt. Men kent echter voor dergelijke stoffen zg. weekmakers, meest vloeistoffen met lage dampspanning, welke zich met de betreffende hoogpolymeren (of harsen) laten mengen en daardoor hieraan een grootere rekbaarheid verleenen. Met een onbrandbare weekmaker levert chloorrubber een sterk brandwerend impregneermiddel, dat in combinatie met normale textiel met goed gevolg gebruikt kan worden in alle gevallen, waar niet aan de allerhoogste electrische eischen moet worden voldaan. *Fig. 2* vertoont een stuk op deze wijze vervaardigd telefoonmontagedraad.

Wenscht men een gladder oppervlak, dan op deze wijze verkregen wordt, zoo kan men het textieloppervlak met een laklaag bedekken. Een dergelijke laklaag blijkt de textielisolatie minstens even goed te beschermen als een impregneering, zoodat het impregneeren niet meer noodig is, waardoor dan tevens een verlaging van de diëlectrische constante wordt verkregen. De voor zulk een gladde laklaag gebruikelijke lakken, welke echter nog niet tegemoet komen aan de eisch van onbrandbaarheid, hebben als basis cellulosederivaten, meestal celluloseacetaat, d.i. een stof, welke ook voor de vervaardiging van kunstzijdevezels (acetaatzijde) wordt gebruikt. De gelakte draad komt in de laatste tijd steeds meer op de voorgrond, daar hij in alle in het voorgaande behandelde eigenschappen boven de geïmpregneerde draad uitsteekt.

De invloed van vocht

Een algemeen nadeel van de beschreven isolatiemiddelen is, dat de bescherming tegen de invloed van vocht zoowel bij de geïmpregneerde als bij de gelakte textiel slechts van tijdelijk karakter is. Het blijkt nl., dat de vochtopneming van textiel door het impregneeren met wasachtige stoffen en ook door het bedekken met laklagen wel verlangzaamd maar kwantitatief nauwelijks verminderd wordt. Een bescherming tegen de invloed van vocht treedt dus alleen op, wanneer deze invloed niet al te lang duurt. Zelfs al gebruikt men voor het impregneeren of lakken materialen van koolwaterstofkarakter, die voor water bijzonder ondoorlaatbaar zijn, dan komt de textielvezel na enkele etmalen toch in evenwicht met het vochtgehalte van de omringende atmosfeer. Hierdoor kan bijv. bij droge katoen in een atmosfeer van 90% relatieve vochtigheid, welke in zeeklimaten veelvuldig voorkomt, de diëlectrische constante met een factor 1,5, de diëlectrische verlieshoek met een factor 5 en het geleidingsvermogen met een factor 10^6 toenemen.

Het is voornamelijk de sterke toeneming van de diëlectrische verliezen in vochtige lucht, welke de besproken draadsoorten voor draaggolfsystemen ongeschikt maakt. Bij laagfrequente telefonie is

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

daarentegen alleen de toeneming van het geleidingsvermogen hinderlijk. Deze uit zich bij aanwezigheid van een gelijkspanning in de eerste plaats door corrosieverschijnselen. De koperen kern wordt door het vocht electrolytisch aangetast, waardoor in het vocht ionen terecht komen, welke het isoleerend vermogen bederven. Men heeft dit proces volledig kunnen onderdrukken door de montagedraden onder de laag textiel te voorzien van een emaillelaklaag. Zooals in een vroeger artikel in dit tijdschrift [1]) is uiteengezet, is een dergelijke laag, wat haar isoleerend vermogen betreft, vrijwel ongevoelig voor vocht. De vermeerdering van het geleidingsvermogen door de inwerking van vocht uit de atmosfeer is dus practisch opgeheven. De invloed van het vocht op de diëlectrische eigenschappen blijft natuurlijk bestaan.

Bij de ontwikkeling van een montagedraad voor draaggolfsystemen vormt de bestrijding van deze vochtinvloed het belangrijkste probleem [2]). Daarnaast bestaat nog de wensch om ook de gelakte draad onbrandbaar te maken, zooals dit bij de geïmpregneerde draad is gelukt.

Montagedraad voor draaggolfsystemen

Bij de ontwikkeling van de montagedraad voor draaggolfsystemen werd de samenstelling van de zoojuist beschreven isolatie in principe aangehouden: een vertinde [3]) koperdraad werd bedekt met een laag zg. email, waaromheen een laag van textiel, waarop een laklaag. Alleen werd getracht door doelmatige keuze van textiel en laksoort de vochtgevoeligheid van de draad zoo ver mogelijk te reduceeren en tevens de draad onbrandbaar te maken.

Wat de textiel betreft, zijn katoen (cellulose) en viscose (hydraatcellulose) veel te hygroscopisch; wel in aanmerking komen echter natuurzijde en verschillende soorten van acetaatzijde [4]). Daarbij kwam de natuurzijde al spoedig op de achtergrond, aangezien deze eenige malen duurder is dan een goede acetaatzijde (diacetaatzijde), welke in electrisch opzicht bij de natuurzijde niet achter staat (in mechanisch opzicht is dit wel het geval). Triacetaatzijde is in electrisch opzicht zelfs belangrijk beter dan natuurzijde; de prijs is voor beide ongeveer dezelfde.

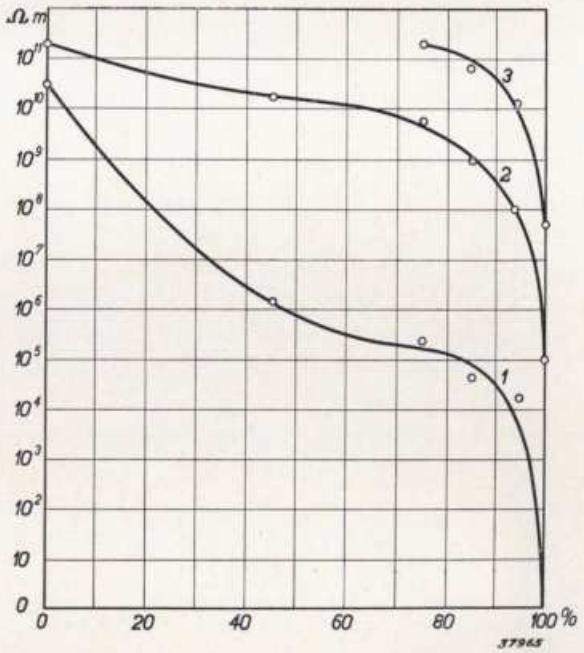

Fig. 3. Isolatieweerstand van verschillende textielsoorten als functie van de relatieve vochtigheid der lucht, waaraan de draden bij 25 °C 48 uur lang werden blootgesteld. *1* katoen, *2* diacetaatzijde, *3* triacetaatzijde. Het blijkt, dat de isolatiewaarden in droge toestand elkaar niet veel ontloopen, maar dat bij hooge relatieve vochtigheden katoen het slechtst en triacetaatzijde het best is.

Om een idee te geven van de electrische eigenschappen van textielsoorten, is in de *fig. 3, 4* en *5* voor een aantal textielsoorten het verloop van de isolatieweerstand, van de diëlectrische constante en van de diëlectrische verlieshoek als functie van het rela-

[1]) J. Hoekstra, Eigenschappen en toepassingen van emaille-draad, Philips techn. T. **3**, 40, 1938.

[2]) Dit probleem verdient te meer de aandacht, waar het gewenscht is de draaggolftelefonie te kunnen toepassen in tropische en subtropische landen, waar de lucht vaak bijzonder vochtig is. De draaggolftelefonie kan nl. een economisch voordeelige mogelijkheid vormen om een taak te vervullen, die in deze gebieden vaak voorkomt: het verbinden van twee bevolkingscentra, waartusschen men een groot aantal gesprekken tegelijkertijd wenscht te kunnen voeren en waarvan de onderlinge afstand zoo groot is, dat de extra kosten van een kabel met vele aders hooger zouden komen te staan dan de extrakosten van een draaggolfapparatuur.

[3]) Het vertinnen van koperdraad geschiedt om het soldeeren te vergemakkelijken. Wat de mechanische eigenschappen van de emaillelaag betreft, zou een onvertinde draad gunstiger zijn, daar het email op tin minder goed hecht dan op koper. Toch kan ook de vertinde en daarna geëmailleerde draad om een doorn gelijk aan tweemaal de draaddiameter worden gebogen, zonder dat er scheuren in de emaillelaag optreden.

[4]) Celluloseacetaat of acetylcellulose is een onder afsplitsing van H_2O aangegane verbinding van cellulose met een of meer moleculen azijnzuur per glucoserest. Het cellulosemolecuul bestaat nl. uit een groot aantal aaneengekoppelde glucosemoleculen, waarvan elk drie hydroxylgroepen (OH-groepen) bevat, welke groepen aan de cellulose een sterk hygroscopisch karakter geven. Naarmate men een grooter aantal van deze groepen met een zuur verbindt, krijgt men een minder hygroscopisch product. De vermindering van het hygroscopisch karakter beteekent tevens een verkleining van de invloed van het atmosferische vocht op de diëlectrische eigenschappen. Beter dan diacetylcellulose is dus triacetylcellulose. Deze laatste, welke in het geheel geen onverzadigde OH-groepen meer bezit, is echter moeilijk te verwerken: tengevolge van het ontbreken van de hydrophile hydroxylgroepen is cellulosetriacetaat onoplosbaar in technisch bruikbare oplosmiddelen, en daardoor weinig geschikt voor het verspinnen. Tegenwoordig beschikt men over methoden om dit procédé toch uit te voeren: de op deze wijze verkregen triacetaatzijde is echter belangrijk duurder dan diacetaatzijde.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

tieve vochtgehalte van de lucht aangegeven [5]). Het verschil tusschen katoen en kunstzijde komt vooral bij hoogere vochtigheid sterk naar voren. Triacetaatzijde is aanmerkelijk beter dan diacetaatzijde, doch het kwaliteitsverschil is niet groot genoeg om in alle gevallen tegen de veel hoogere prijs van triacetaatzijde op te wegen. Men zal dus in de regel diacetaatzijde toepassen en de triacetaatzijde alleen gebruiken, wanneer zeer zware eischen met betrekking tot de ongevoeligheid voor vocht worden gesteld.

Wat nu de laklaag aangaat, ook hiervoor kan men, zooals in het voorgaande werd gezegd, acetylcellulose gebruiken. Terwijl echter de uit acetylcellulose vervaardigde kunstzijde, welke als een luchtige massa om de draad heen komt te liggen, bevredigende diëlectrische eigenschappen vertoont, is dezelfde grondstof, in massieve vorm als laklaag om de draad gelegd, veel minder bevredigend. In dit geval immers wordt de diëlectrische constante veel hooger en worden de diëlectrische verliezen, welke aan het materiaal eigen zijn, veel hinderlijker. Men zou er ook weer aan kunnen denken om van de diacetylcellulose naar de triacetylcellulose over

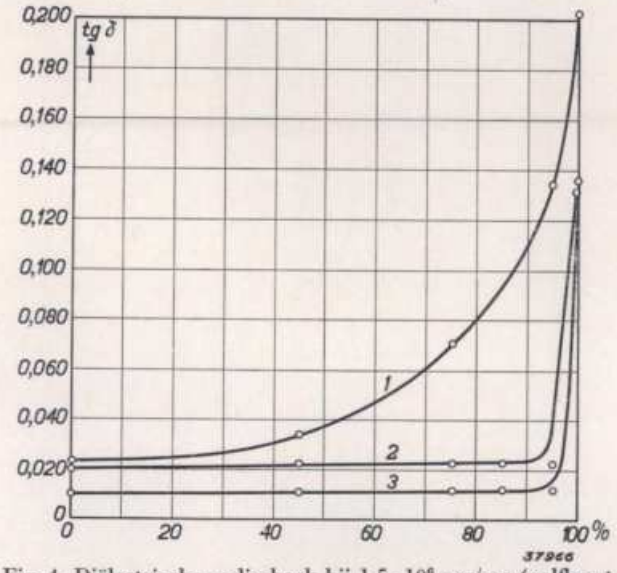

Fig. 4. Diëlectrische verlieshoek bij $1{,}5 \cdot 10^6$ per/sec (golflengte 200 m) voor verschillende textielsoorten als functie van de relatieve luchtvochtigheid.
1 katoen, *2* diacetaatzijde, *3* triacetaatzijde.

te gaan; deze is echter niet in technisch bruikbare oplosmiddelen oplosbaar en derhalve voor het vervaardigen van een lak niet geschikt. Wel komen andere cellulosederivaten in aanmerking, zooals aethylcellulose en andere cellulose-aethers, verder nitrocellulose [6]) en bepaalde cellulose-tri-esters. Sommige van deze stoffen bieden inderdaad een aanmerkelijk grootere weerstand tegen vocht dan de acetylcellulose. Een overtuigende verbetering wordt echter niet verkregen.

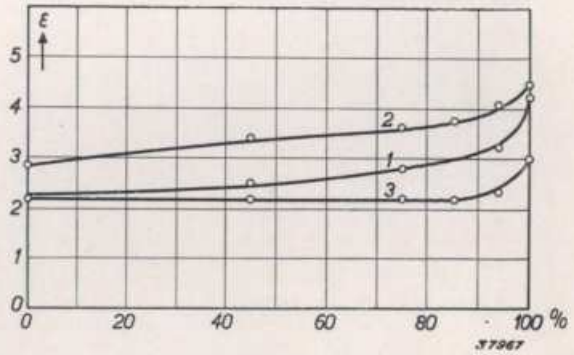

Fig. 5. Diëlectrische constante van katoen (*1*), diacetaatzijde (*2*) en triacetaatzijde (*3*) als functie van de relatieve vochtigheid.

Buiten het gebied der celluloseproducten bestaat ook nog een groot aantal lakstoffen. Deze lakstoffen, waarvan in het boven aangehaalde artikel over emaille-lakdraden enkele genoemd zijn, zijn weer kunstmatige of natuurlijke hoogpolymeren, waar soms ter vergrooting van de hardheid harsen aan worden toegevoegd, vaker echter, ter vermeerdering van de rekbaarheid, weekmakers. Bij een geschikte keuze uit deze grondstoffen kunnen lakken worden verkregen, die beter bestand zijn tegen vocht dan de cellulose-derivaten, en die bovendien goede mechanische en electrische eigenschappen bezitten.

Wij hebben getracht om deze mogelijkheden van de hoogpolymeren en harsen te combineeren met de eisch van onbrandbaarheid en hebben te dien einde proeven gedaan met het reeds als impregneermiddel genoemde chloorrubber. Hierbij is gebleken, dat men uit chloorrubber in combinatie met een geschikte weekmaker een lak kan vervaardigen, die niet alleen door zijn onbrandbaarheid maar ook door zijn diëlectrische eigenschappen ver boven de overige in het bovenstaande genoemde lakstoffen uitsteekt. Hij heeft de hoogste isolatieweerstand, de laagste diëlectrische constante en de laagste diëlectrische verliezen. Bovendien is de verandering van zijn eigenschappen bij een variatie van het vochtgehalte tusschen 0 en 100% haast onmerkbaar. In de *figuren 6, 7* en *8* zijn de diëlectrische eigenschappen van een aantal nader onderzochte lakstoffen aangegeven; de voorrang van de chloorrubber blijkt hieruit wel zeer duidelijk.

Wat de mechanische eigenschappen betreft, staat de chloorrubber iets achter bij de andere in de isolatietechniek gebruikelijke lakken. Het is nu gebleken, dat men dit kan verhelpen door de chloorrubber-laag weer met de een of andere celluloselak te

[5]) De metingen werden uitgevoerd aan twee keer omsponnen draden. De uitkomsten hebben slechts betrekkelijke waarde, daar ze afhangen van de bij het omspinnen gevolgde techniek.

[6]) Deze is echter weinig houdbaar en zeer brandbaar.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

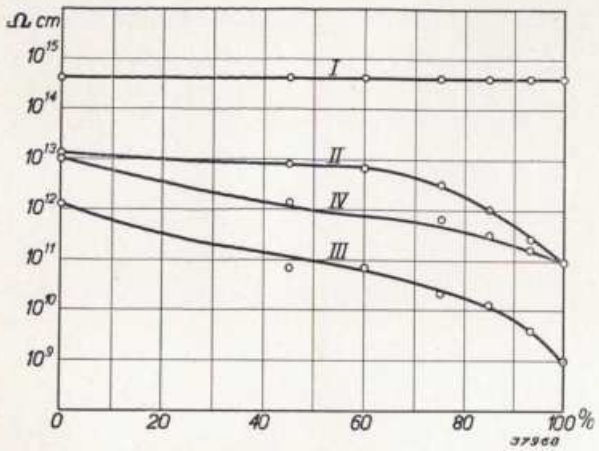

Fig. 6. Isolatieweerstand van verschillende laksoorten als functie van de relatieve luchtvochtigheid.
I chloorrubberlak
II aethylcelluloselak
III acetylcelluloselak
IV nitrocelluloselak
Het blijkt, dat chloorrubber verreweg de grootste isolatieweerstand heeft, acetylcellulose heeft de kleinste isolatieweerstand, die tevens het sterkst met de luchtvochtigheid afneemt.

bedekken. Daar de electrische veldsterkten buiten het zwakst zijn, worden de diëlectrische eigenschappen van het geheele samenstel hierdoor slechts weinig benadeeld. Op deze wijze verkrijgt men dus een product, dat zoowel in electrisch als in mechanisch opzicht aan hooge eischen voldoet en dat ongevoelig tegen vocht en onbrandbaar is.

De fabricage van de montagedraad voor draaggolfsystemen

De beschreven montagedraad bestaat uit een vertinde koperen kern, omgeven door vier isoleerende lagen: een laag van email, een laag van acetaatzijde, een laag van chloorrubberlak en een laag van celluloselak. De fabricage van deze draden geschiedt nu, kort geschetst, als volgt:

Vertinde koperaders, meest van 0,6 of 0,8 mm

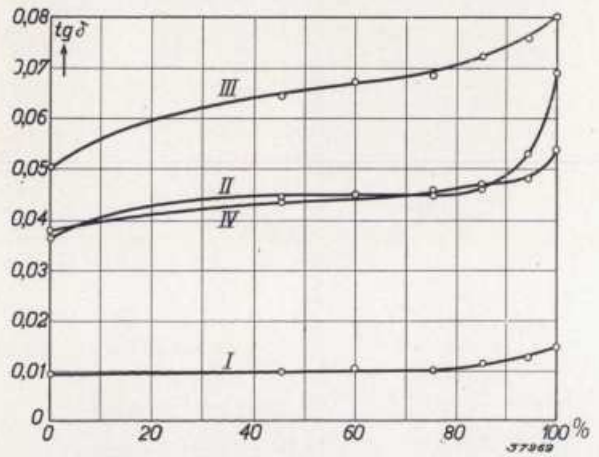

Fig. 7. Diëlectrische verlieshoek bij $1{,}5 \cdot 10^6$ per/sec (200 m) voor verschillende laksoorten als functie van de relatieve luchtvochtigheid. De cijfers hebben dezelfde beteekenis als in fig. 6. Chloorrubber vertoont weer het gunstigste gedrag.

diameter, worden zwaar geëmailleerd. De vertinning van deze aders vereischt bijzondere zorg, aangezien de tinlaag bij het emailleeren boven haar smeltpunt wordt verhit en dus elke plaats, waar het tin in overmaat aanwezig is, tot hinderlijke oneffenheden in de verkregen geëmailleerde draad leidt. De dikte van de emaillelaag bedraagt ca 0,06 mm, d.i. ongeveer 1,5 maal de gebruikelijke waarde. Het aantal plaatsen, waar isolatiefouten optreden, wordt door deze vergrooting van de dikte aanzienlijk gereduceerd. Gaat men bijv. het aantal plekken na, waar de draad, wanneer hij door een bak met kwik wordt getrokken, bij 120 V een doorslag vertoont, dan vindt men een vermindering van 1 per 5 m op 1 per 60 m.

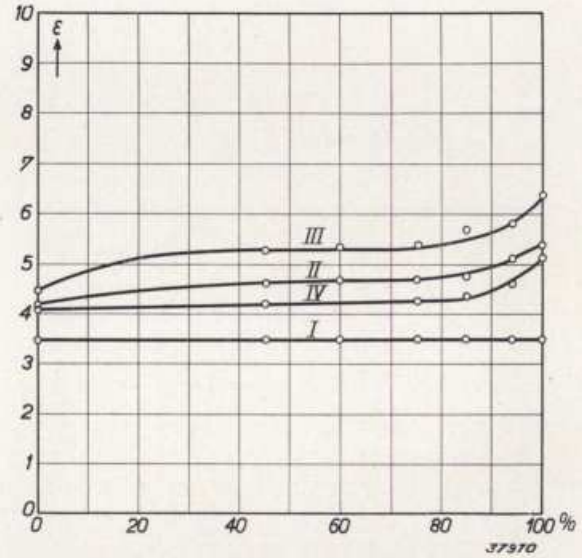

Fig. 8. Diëlectrische constante bij $1{,}5 \cdot 10^6$ per/sec voor verschillende laksoorten. De cijfers hebben dezelfde beteekenis als in fig. 6 en 7. Chloorrubber vertoont weer het gunstigste gedrag.

Om deze geëmailleerde kern wordt nu, bijv. in vier lagen, de kunstzijde gewikkeld. De kunstzijde wordt in zwak getwijnde bundels opgebracht en wordt in de opeenvolgende lagen afwisselend links- en rechtsom opgewikkeld. De buitenste laag kan met voordeel uit natuurzijde bestaan, daar deze textiel mechanisch sterker is. Deze buitenste textielomspinning is in een of meer kleuren uitgevoerd. Hierover komen de laklagen. Deze lagen, chloorrubberlak en daarover celluloselak, worden ieder voor zich in verschillende uiterst dunne laagjes over elkaar heen aangebracht, waardoor men droogtijd spaart, aangezien de som van de droogtijden van bijv. 10 dunne lagen belangrijk kleiner is dan die van een tienmaal zoo dikke laag. Bovendien zou een dergelijke dikke laklaag niet het gladde uiterlijk bezitten, dat voor deze draden gewenscht is.

Tot dusver werd uitsluitend gesproken over de fabricage van een enkele draad. Wanneer we er nu

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

toe overgaan om aderparen te fabriceeren en hiervan een aantal paren te vereenigen tot een kabel, zooals deze bij de verbindingen tusschen twee rekken wordt gebruikt, dan treden geheel nieuwe constructieproblemen op. Deze komen grootendeels voort uit de eisch, dat een wisselspanning, welke op een aderpaar aanwezig is, niet door capacitieve of inductieve werkingen op een ander aderpaar mag worden overgedragen. Dergelijke koppelingen geven nl. aanleiding tot het zg. overspreken, d.i. het verschijnsel, dat wanneer aan het begin van de kabel op één aderpaar een wisselspanning wordt gezet, aan het eind van de kabel ook op andere aderparen een gedeelte van de spanning wordt geconstateerd. Om de koppelingen te bestrijden worden de verschillende aderparen met bepaalde spoedlengte getwist, vóór ze in concentrische lagen tot een compacte kabel worden samengeslagen. De richting van het samenslaan voor de opeenvolgende lagen van de kabel is tegengesteld. De spoed van de lagen is, evenals de spoed van de paren, met het oog op bestrijding van capacitieve en inductieve beïnvloedingen zoo gunstig mogelijk gekozen, waarbij de spoed van naast elkaar liggende paren verschillend is.

Wanneer zeer hooge eischen aan de afwezigheid van wederzijdsche koppelingen moeten worden gesteld, kan men afgeschermde kabels gebruiken. Bij de hier beschreven uitvoering van deze kabels is elk aderpaar omgeven met een omvlechting van vertind koperdraad. In *fig. 9* is de bouw van een afgeschermd en van een niet afgeschermd aderpaar

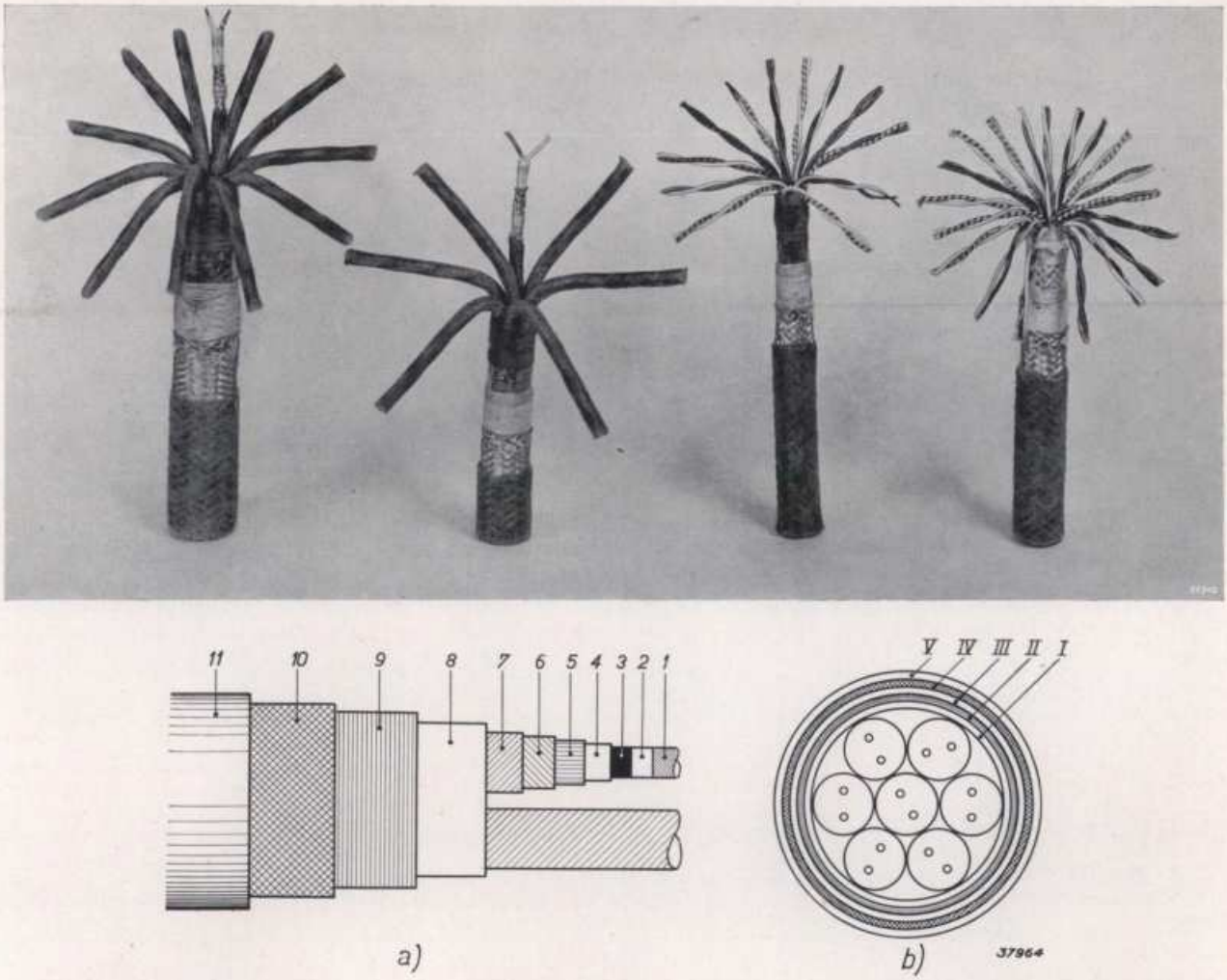

Fig. 9. Kabels met afgeschermde en onafgeschermde paren. Daaronder een schematische doorsnede: *a* van een afgeschermd aderpaar, *b* van een kabel met zeven afgeschermde aderparen.

1 koperen kern,
2 vertinning,
3 emaillelaag,
4 diacetaatzijde,
5 gekleurde natuurzijde,
6 chloorrubberlak,
7 celluloselak,
8 gevlochten laag kunstzijde,
9 filmlaag,
10 omvlechting met vertind koperdraad,
11 gevlochten laag katoen, brandvrij geïmpregneerd.

I gevlochten laag katoen,
II filmlaag,
III laag katoenomspinning,
IV omvlechting met vertind koperdraad,
V gevlochten laag katoen, brandvrij geïmpregneerd.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

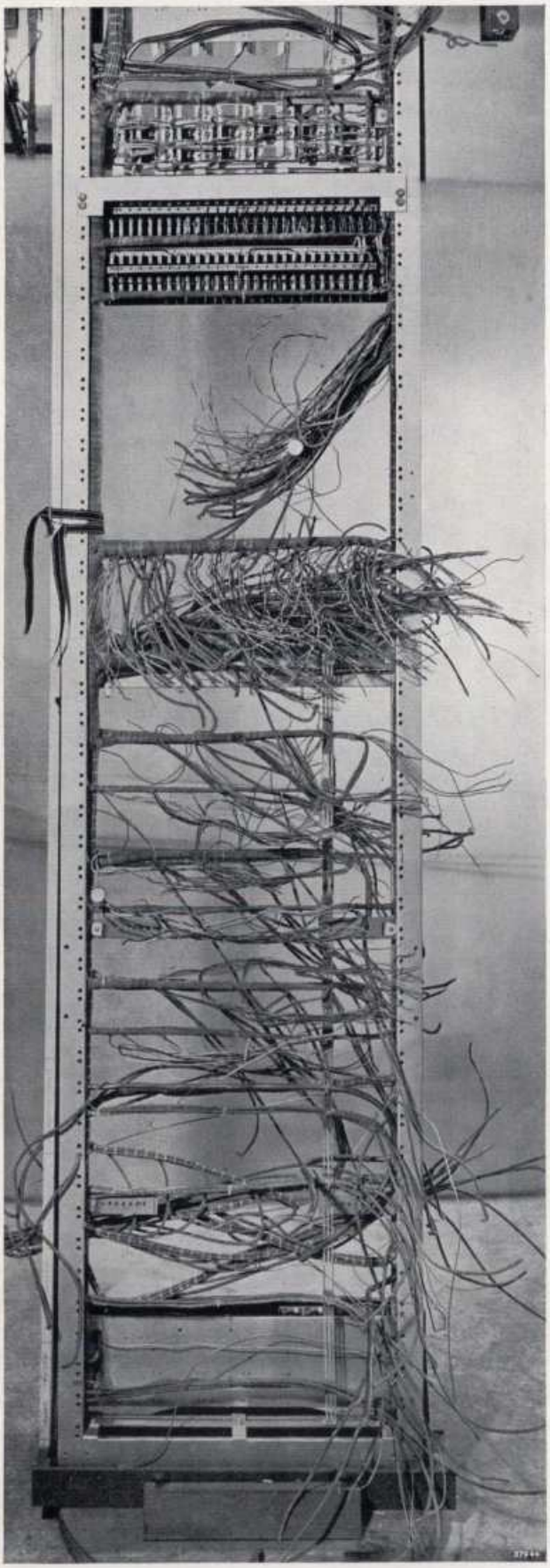

Fig. 10. De draadbundels van een telefooninstallatie worden in het rek gemonteerd.

te zien; details hierover vermeldt het onderschrift. Tenslotte geven we in *tabel I* een overzicht van de belangrijkste technische eigenschappen van deze kabels.

Tabel I

Eigenschappen van de door Philips vervaardigde afgeschermde en niet-afgeschermde kabels na tropenproef[7]).

Eigenschap	niet-afgeschermde paren (0,6 mm Ø)	afgeschermde paren (0,8 mm Ø)
Bedrijfscapaciteit *) in pF/m	max. 100	max. 130
Verliesfactor*) tg δ bij 1800 per/sec	$tg\delta < 0{,}1$	$tg\delta < 0{,}1$
Verliesfactor*) tg δ bij 1800 per/sec vóór tropenproef	$tg\delta < 0{,}05$	$tg\delta < 0{,}05$
Isolatieweerstand in MΩ bij 500 V gelijkspanning voor een kabel 10 m **)	$>10^4$	$>10^4$
Proefspanning **)	2000 V, 50 per/sec, 2 min	
Overspreekdemping voor een kabel van 10 m lengte***)	$>$ 90 db $R = 600\ \Omega$ $f = 4000$ p/s	$>$110 db $R = 150\ \Omega$ $f = 70000$ p/s

*) Indien gewenscht, kunnen deze waarden nog verbeterd worden door triacetylcellulose i.p.v. diacetylcellulose toe te passen.

**) Bij het beproeven van de kabel bevindt zich één ader aan de eene electrode, alle andere aders en de eventueel aanwezige afscherming aan de andere electrode.

***) De overspreekdemping is gedefinieerd door 20 lg E_1/E_2, waarbij E_1 de spanning is, die aan het eind van dat aderpaar optreedt, waarop aan het begin een spanning wordt gezet, en E_2 de spanning, die aan het eind van de kabel op een willekeurig ander aderpaar wordt geconstateerd. R is de afsluitweerstand van de aders, f de frequentie, waarbij gemeten is.

De wijze, waarop de montagedraad wordt toegepast, blijkt uit fig. 1 alsmede *fig. 10* en *11*, welke het monteeren van een rek van een telefooncentrale in drie stadia van afwerking weergeven. De bedrading van de rekken wordt op een montagetafel uitgelegd; hierbij worden de draden zoover mogelijk tot „boomen" vereenigd en samengebonden. Deze werkwijze werd reeds in fig. 1 weergegeven.

De afgewerkte draadboom wordt nu in het rek

[7]) Indien niet uitdrukkelijk anders is vermeld, zijn de waarden bepaald na een tropenproef van drie dagen met een atmosfeer van 94% relatieve vochtigheid en dagelijksche temperatuurcycli met een maximale temperatuur van 45 °C.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

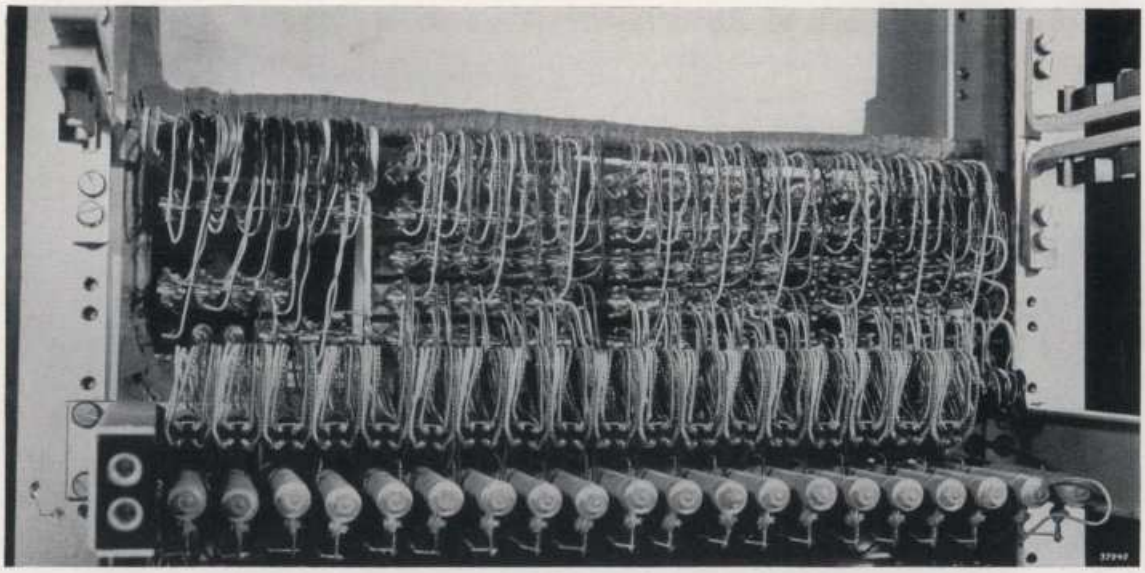

Fig. 11. Gedeelte uit de bedrading van het afgewerkte rek.

gelegd en daaraan bevestigd, waarna de paneelen met de telefoonrelais enz. worden aangebracht en de eigenlijke rekmontage begint (zie fig. 10). In fig. 11 ziet men een gedeelte uit het afgewerkte rek.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

STEREOFONISCHE REGISTRATIE OP PHILIPS-MILLER-FILM

door K. de BOER.

534.76 : 681.84.081

Uitgaande van een normale apparatuur voor het opnemen van geluidsfilm volgens het Philips-Miller-systeem, is een experimenteele opstelling uitgewerkt om stereofonische opnamen te vervaardigen. Hierbij moeten twee geluidsporen in de filmband worden aangebracht. Het feit, dat de toleranties, wat betreft tijdsverschillen in de beide sporen, uiterst klein zijn, en het gezichtspunt, dat de stereofonische opname desgewenscht ook zonder stereofonisch effect op een normale geluidsfilmmachine moet kunnen worden afgespeeld, leidden tot een opstelling, waarbij twee geluidschrijvers naast elkaar hun sporen op eenzelfde snijrol registreeren. De mechanische problemen, die hierbij optraden, alsmede eenige details van de gebruikte opstelling voor opname en weergave worden hier in het kort besproken.

Zoodra men er toe wil overgaan in de bioscoop, de omroep enz. een stereofonische weergave toe te passen — en het inzicht, dat de hierdoor verkregen kwaliteitsverbetering alleszins de moeite waard is, wint hoe langer hoe meer veld —, zal men in de eerste plaats moeten beschikken over een procédé om op groote schaal stereofonische opnamen te vervaardigen. Een mogelijkheid voor stereofonische registratie hebben we reeds eenige tijd geleden in dit tijdschrift behandeld, nl. het registreeren op gramofoonplaten [1]). Hoewel deze methode goed voldeed voor het toen beoogde doel: het bestudeeren van verschillende opstellingen voor de stereofonische weergave, het toetsen van de aan het geluidsbeeld te stellen eischen, enz., komt zij voor toepassing op groote schaal, met name in de bioscoop, nauwelijks in aanmerking. De bezwaren zijn dezelfde, die indertijd in de ontwikkeling van de geluidsfilm de gramofoonplaat het onderspit hebben doen delven: de speelduur der gramofoonplaat is te kort, en er is geen gemakkelijke montage en synchronisatie met een bijbehoorende beeldfilm mogelijk. Het eerstgenoemde bezwaar klemt bij de „stereofoonplaten" te meer, daar de wijze van opnemen de speelduur tot minder dan de helft van de normale beperkt.

Er zijn derhalve in dit laboratorium proeven gedaan om een methode uit te werken voor het maken van stereofonische opnamen op filmband, en wel werd hierbij uitgegaan van de werkwijze en de apparatuur van het Philips-Miller-systeem [2]). Van deze proeven, die tot de oplossing van eenige problemen leidden, welke zich ook bij het construeeren van een bioscoop-machine met stereofonie zullen voordoen, zal hier een korte beschrijving worden gegeven.

Voor een stereofonische weergave moet het geluid in de opnameruimte door verschillende microfoons worden opgevangen, terwijl de geluidsbijdrage van elke microfoon door een eigen luidspreker in de weergaveruimte wordt weergegeven. Voor elke geluidsbijdrage is derhalve een eigen „kanaal" noodig, en bij registratie een eigen geluidspoor. In de practijk blijkt men voor het verkrijgen van een bevredigend stereofonisch effect te kunnen volstaan met twee geluidsbijdragen [3]); er behoeft dus ook slechts voor twee geluidsporen op de te registreeren film te worden gezorgd.

Hoe kunnen nu deze twee geluidsporen op de filmband worden aangebracht?

---

[1]) K. de Boer, Proeven met stereofoonplaten, Philips techn. T. **5**, 187, 1940.

[2]) Het principe van dit systeem is in *fig. 1* weergegeven. Op een celluloid filmband *C* is een gelatinelaag *G* met een zeer dunne ondoorzichtige deklaag *D* aangebracht. Deze „Philimil"-band wordt onder een wigvormige beitel *S* door getrokken, die in het rhythme der geluidstrillingen op en neer wordt bewogen en hierbij een doorzichtig spoor van wisselende breedte (het geluidspoor) in de band snijdt. De weergave van dit spoor geschiedt evenals bij fotografisch opgenomen geluidsfilm langs optische weg. — Op de bijzonderheden van het systeem is uitvoerig ingegaan in Philips techn. T. **1**, 107, 135, 211, 230, 1936; **5**, 79, 1940. Over de geluidschrijver zie speciaal het tweede van deze artikelen (A. Th. van Urk).

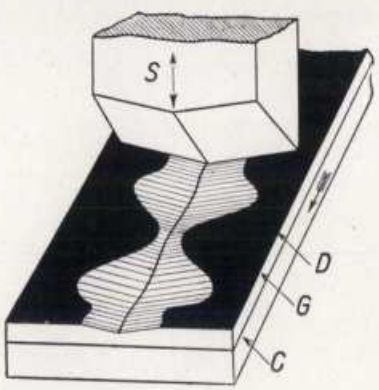

Fig. 1. Principe van de geluidsregistratie volgens het Philips-Miller-systeem.

[3]) K. de Boer, Stereofonische geluidsweergave, Philips techn. T. **5**, 112, 1940; Diss. Delft 1940.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

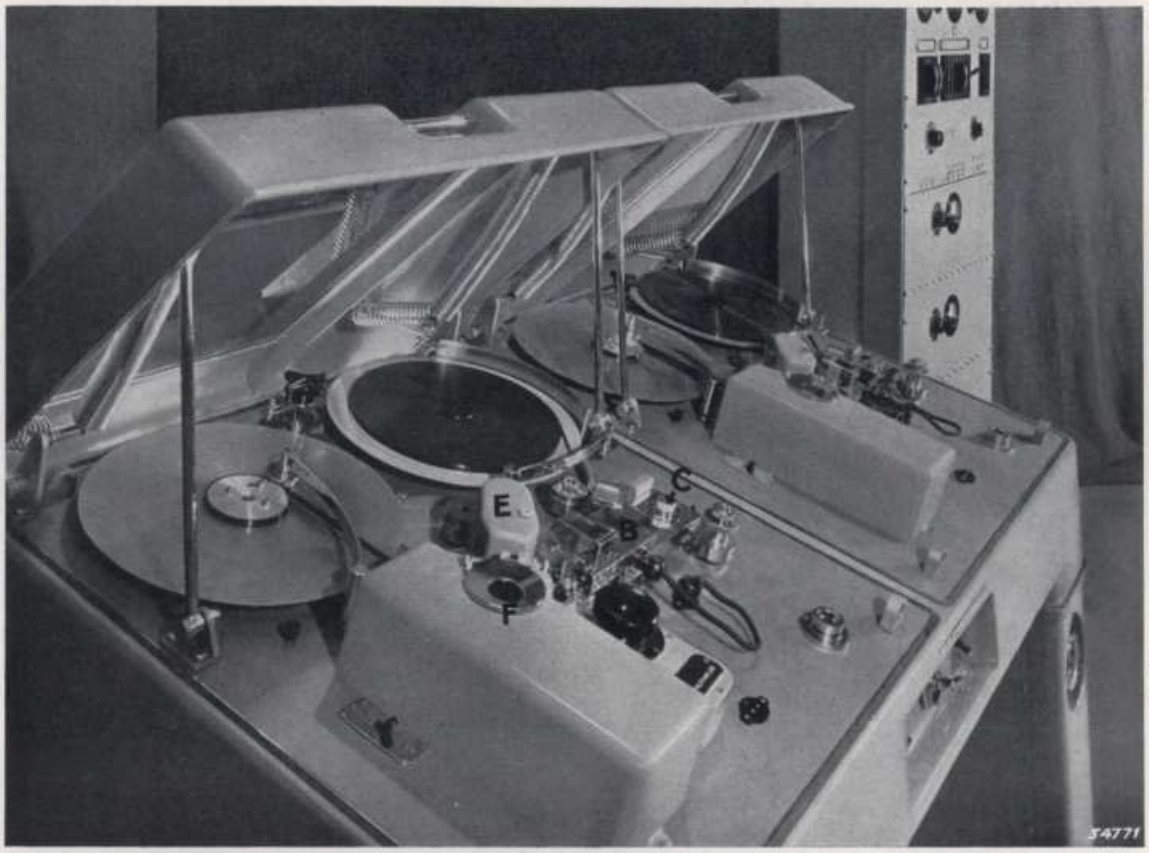

Fig. 2. Apparatuur voor geluidsopnamen volgens het Philips-Miller-systeem. De machine bestaat uit twee gelijke helften. Op de dekplaat van elke helft ziet men in het midden de geluidschrijver *B*. In *E* en *F* bevinden zich een lamp en een fotocel voor het weergeven van het geluidspoor. Links en rechts boven op elke dekplaat ziet men de op- en afwikkelspoelen.

De normale apparatuur voor opname en weergave volgens het Philips-Miller-systeem, zie *fig. 2*, is dubbel uitgevoerd, teneinde door afwisselend gebruik der beide helften stukken van willekeurige lengte zonder onderbreking te kunnen opnemen en weergeven. Het lag zeer voor de hand om de aldus beschikbare twee opnamesystemen bij onze experimenten te gebruiken voor het schrijven der twee geluidsporen, nl. door de film, die van de afwikkelspoel in het eene systeem afloopt, langs de beide geluidschrijvers te trekken naar de opwikkelspoel in het andere systeem; zie het schema *fig. 3*. Correspondeerende punten van de beide naast elkaar geregistreerde sporen komen op deze wijze een bepaalde afstand *a* (ongeveer 1 m) van elkaar af te liggen (*fig. 4*). Bij de weergave moeten de beide optische aftastsystemen, waarlangs de film op analoge wijze als bij de opname wordt bewogen, op dezelfde onderlinge afstand *a* staan (nauwkeuriger: het stuk film tusschen de beide systemen moet de lengte *a* hebben).

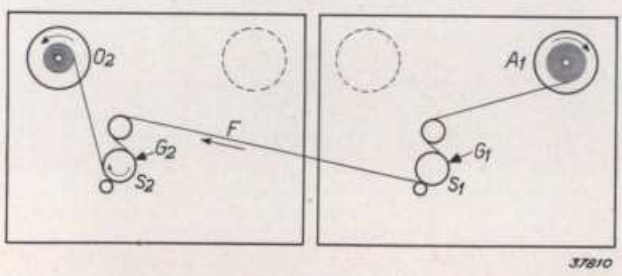

Fig. 3. Schema voor het maken van stereofonische opnamen, waarbij de twee gelijke helften der Philips-Miller-apparatuur worden gebruikt. A_1 afwikkelspoel, *F* „Philimil"-band, S_1, S_2 snijrollen, waarop bij G_1 en G_2 de geluidsporen worden geregistreerd, O_2 opwikkelspoel. De beitels in G_1 en G_2 staan op verschillende hoogte boven de dekplaat, zoodat de twee geluidsporen naast elkaar op de filmband komen te liggen. De film wordt door de rol S_2 getrokken.

Deze eenvoudig lijkende methode strandde op verschillende bezwaren. In de eerste plaats treedt er bij het registreeren een zekere rek van de film op tengevolge van de trekkracht, die uitgeoefend

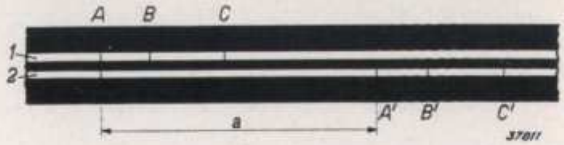

Fig. 4. Schema van stereofonische geluidsfilm, opgenomen volgens fig. 3. Correspondeerende punten *AA'*, *BB'*, *CC'* der twee sporen liggen een afstand *a* van elkaar verwijderd.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

moet worden om de weerstand te overwinnen, welke de twee beitels (zie noot [2]) bij het snijden van de sporen in de band ondervinden. Bij normale opnamen veroorzaakt deze rek slechts een geringe, geheel onhoorbare, toonhoogteverschuiving; bij stereofonische weergave echter heeft hij onaangename gevolgen. Correspondeerende punten der twee sporen krijgen nl. door de rek een grootere afstand, passeeren dus bij de weergave de beide aftastsystemen niet gelijktijdig maar met een zeker tijdsverschil. Het gevolg is een verschuiving van het door de toehoorder waargenomen geluidsbeeld [4]). Ter vermijding van dit effect zou men de eisch moeten stellen, dat de rek van de film over een lengte van ca 1 m (de afstand a) niet meer dan 60 μ bedraagt! Hierbij dient nog opgemerkt, dat een over de geheele film constante rek onschadelijk zou zijn, daar men dan het tijdsverschil zou kunnen opheffen door de afstand der beide aftastsystemen overeenkomstig te veranderen. De rek is echter niet langs de geheele film constant, daar de weerstand van de band, dus ook de noodige trekkracht, afhangt van de snijdiepte van de beitel, welke voor zachte en luide passages in het geluid sterk uiteenloopt. Het gevolg van de rek zijn dus onregelmatig wisselende tijdsverschillen tusschen de twee geluidsbijdragen, dus een fluctueeren van het geluidsbeeld.

Men kan trachten de rek te vermijden door de filmband ter plaatse van beide geluidschrijvers een afzonderlijke aandrijving te geven, zoodat het er tusschen gelegen stuk van de band geen krachten behoeft over te brengen; zie het schema *fig. 5*.

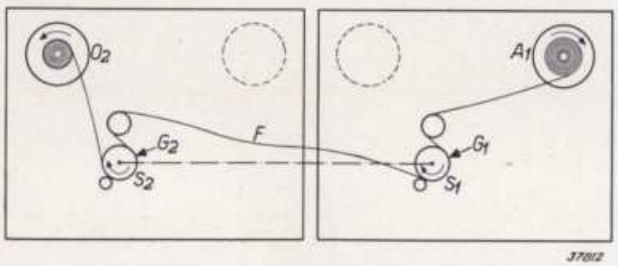

Fig. 5. Ter vermijding van het rekken van de filmband kan de methode van fig. 3 zoo worden gewijzigd, dat beide snijrollen S_1, S_2 afzonderlijk worden aangedreven. De twee rollen moeten hiervoor star worden gekoppeld. Letters als in fig. 3.

De twee aandrijfmechanismen moeten dan met elkaar worden gekoppeld om te waarborgen, dat beide in gelijke tijden gelijke filmlengten transporteeren. Een dergelijke koppeling laat echter in het algemeen nog de mogelijkheid open voor geringe periodieke snelheidsvariaties van de film ter plaatse van de schrijvers. Hierdoor worden periodieke tijdsverschillen in de twee geluidsbijdragen geïntroduceerd, die op hun beurt verschuivingen van het geluidsbeeld veroorzaken. Proeven met een dergelijke opstelling wezen er op, dat het slechts door vrij omslachtige en kostbare constructies mogelijk zou zijn, dit effect voldoende te beperken.

Maar zelfs wanneer men er in zou slagen, deze moeilijkheden te overwinnen, zou er een belangrijk bezwaar aan de geschetste methode blijven kleven. Zoolang de stereofonische geluidsfilm nog geen vaste plaats in de filmindustrie veroverd heeft, is het ter vergemakkelijking van initiatieven in deze richting zeer gewenscht, dat de stereofonische film, zij het dan zonder stereofonisch effect, ook op normale geluidsfilmmachines kan worden afgespeeld. Dit is bij de beschreven methode onmogelijk, daar bij het op normale wijze aftasten naast elkaar gelegen gedeelten der twee geluidsporen steeds gelijktijdig ten gehoore worden gebracht, terwijl zij met een tijdsverschil van ongeveer 3 sec (nl. a/v, waarbij v = filmsnelheid = 30 cm/sec) behoorden te worden weergegeven. Het resultaat zou dus zijn, dat elke passage van de opgenomen spraak of muziek twee keer, met een tijdsafstand van 3 sec, hoorbaar wordt.

Ter vermijding van dit echo-effect moet de stereofonische film zóó worden opgenomen, dat correspondeerende punten der beide geluidsporen naast elkaar op de film komen te liggen, met een onderlinge verschuiving van hoogstens 1 of 2 mm. Daarbij komen tevens de problemen van de rek of van periodieke tijdsverschillen te vervallen [5]).

Men wordt dus door deze overwegingen tot een opstelling geleid, waarbij twee geluidschrijvers naast elkaar op eenzelfde snijrol hun sporen snijden. Dit denkbeeld kon met de bestaande constructie van de Philips-Miller-schrijver niet zonder meer worden verwezenlijkt, zooals dadelijk blijkt bij een beschouwing van *fig. 6*. Men ziet hier, hoe film en snijrol eenerzijds, beitel, anker en magnetisch circuit van de schrijver anderzijds, ten opzichte van elkaar zijn gerangschikt. Denkt men zich een tweede, als het ware gespiegelde geluidschrijver aan de

[4]) Zie het in [1]) genoemde artikel.

[5]) Men zou kunnen denken, dat men de „echo" ook kan vermijden door slechts één der sporen weer te geven en het andere spoor in de afspeelmachine af te dekken. Dit zou echter een onevenwichtige weergave van de opgenomen muziek leveren, daar de twee microfoons bij de stereofonische opname opzettelijk zoo worden opgesteld, dat elke microfoon de geluidsbronnen in een bepaald gedeelte van de ruimte slechter „hoort" dan de andere. Om een goed geheel te krijgen moeten de twee geluidsbijdragen in ieder geval, hetzij met of zonder stereofonisch effect, weer bijeengevoegd worden. — Waar hier en verderop van „normale" geluidsfilmmachine gesproken wordt, houde men in het oog, dat de „Philimil"-band rechtstreeks alleen in de bijbehoorende machine kan worden weergegeven, terwijl voor weergave in een normale bioscoopmachine het geluidspoor eerst nog op de beeldfilm moet worden overgebracht.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

andere zijde van de rol aangebracht, zoodat de twee beitels naast elkaar staan, dan komt men op verschillende plaatsen in conflict met de wet, dat

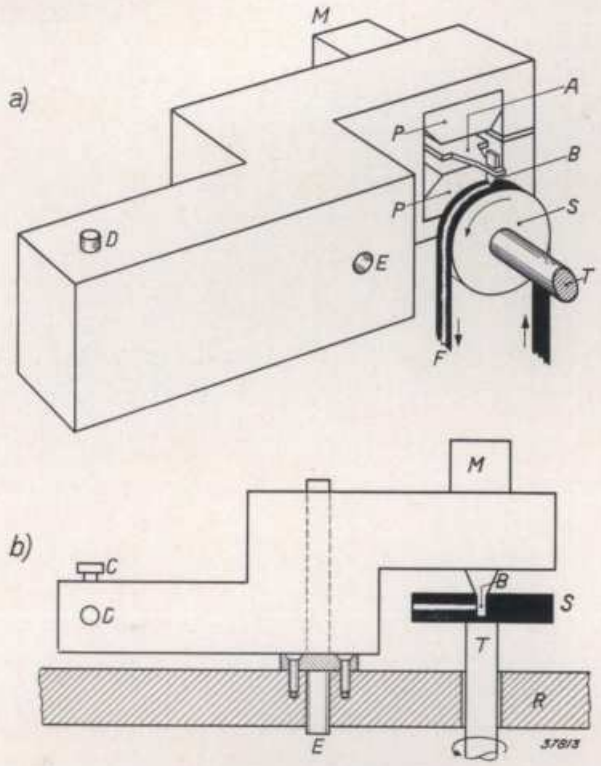

Fig. 6. De geluidschrijver van het Philips-Miller-systeem. In (*a*) ziet men duidelijk de relatieve stand van anker *A*, beitel *B*, film *F* en snijrol *S*, terwijl (*b*) de montage op de dekplaat *R* van de machine verduidelijkt. *P* poolschoenen, *M* permanente magneet, *T* as van de snijrol (ook wel „geluidsas" of „toonas" genoemd), *E* as waarom de geheele schrijver kan worden gedraaid, *D* pin voor het instellen der snijdiepte. De schroef voor het instellen van *D* wordt aangedreven door de knop *C*.

zich op één punt van de ruimte niet twee dingen tegelijk kunnen bevinden. Het moeilijkste probleem ontstond daarbij door de as van de snijrol. Zooals men in fig. 6*a* ziet, zou deze as dwars door een poolschoen van de tweede geluidschrijver heen loopen. Om dit te vermijden moest men óf de afstand tusschen as en beitel, dus de diameter van de snijrol vergrooten, ofwel de breedte van de poolschoenen van de tweede schrijver verkleinen. Het laatste is niet zonder meer mogelijk, daar de magnetische weerstand van de poolschoenen niet te groot mag worden. Het eerste heeft eveneens schadelijke gevolgen: de omtreksnelheid van de snijrol, d.i. de filmsnelheid, ligt vast; een grootere rol moet dus langzamer loopen. Hierdoor wordt de energie-inhoud van het op de as van de rol gemonteerde vliegwiel, dat de invloed van variaties in de snijkracht op de filmsnelheid moet opheffen, verminderd, terwijl het koppel, dat ongelijkmatigheden tracht te veroorzaken, door de grootere diameter van de snijrol (grootere hefboom) juist grooter wordt. Gelukkig bleken bij de bestaande constructie zoowel de poolschoenen van de schrijver als het vliegwiel van de aandrijving voldoende ruim gedimensionneerd te zijn om een bevredigend compromis te kunnen vinden. De breedte van de poolschoenen behoefde hierbij slechts enkele mm te worden verkleind, terwijl de diameter van de snijrol van 35 mm op 70 mm kon worden vergroot.

Andere, minder essentieele constructieve wijzigingen waren noodig voor het lichaam van de schrijver en voor de magneet, die het magnetisch circuit van de schrijver bekrachtigt. Het lichaam van de schrijver grijpt in de oorspronkelijke constructie om de snijrol heen (fig. 6), hetgeen een gemakkelijk hulpmiddel was om de as *E* zoo stevig mogelijk te lageren en daardoor de relatieve stand van beitel en snijrol zoo goed mogelijk vast te leggen. Om de beide schrijvers naast elkaar te kunnen onderbrengen, werden zij nu plat uitgevoerd, zie *fig.* 7. Wat de magneet betreft, deze is in de oorspronkelijke constructie boven op de poolschoenen gezet, zooals men in fig. 6 ziet. Bij de tweede schrijver, die in gespiegelde stand ten opzichte van de snijrol moet staan, zou de magneet onder de poolschoenen, dwz. tusschen deze en de dekplaat van de machine komen te liggen. Het gevolg hiervan zou zijn, dat de afstand tusschen de snijrol en de dekplaat, die toch al grooter wordt door de tusschenplaatsing van de tweede schrijver, nog extra vergroot zou moeten worden met de hoogte van de magneet. Het aangrijpingspunt van de snijkracht, welke buigend op de as van de snijrol werkt, zou daardoor ongewenscht ver van de lagering dezer as af komen te liggen. Een uitkomst werd hier gevonden door de magneet van terzijde op de poolschoenen te zetten, waarbij het verloop der krachtlijnen in poolschoenen en anker practisch hetzelfde blijft. Weliswaar kwam de magneet hierbij op een plaats van de dekplaat te staan, waar de ruimte zeer beperkt is door geleidrollen voor de film en door andere onderdeelen; door toepassing van de nieuwste soort magneetstaal konden echter de afmetingen van de magneet ten opzichte van de vroegere constructie worden verkleind, zoodat hier geen moeilijkheid ontstond.

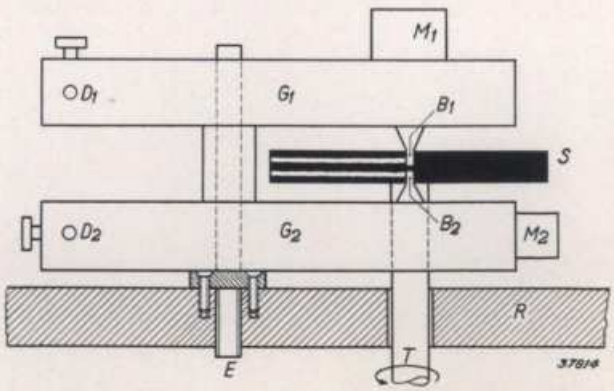

Fig. 7. Uitvoering en opstelling der twee geluidschrijvers G_1, G_2 voor het snijden van twee sporen op dezelfde snijrol *S*. De schrijvers zitten op de gemeenschappelijke as *E*. Letters als in fig. 6.

De tenslotte voor onze proeven gebruikte constructie is in de foto's *fig. 8* en *9* weergegeven.

Om de stereofonische film desgewenscht op een normale machine te kunnen afspelen, moet nog aan

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

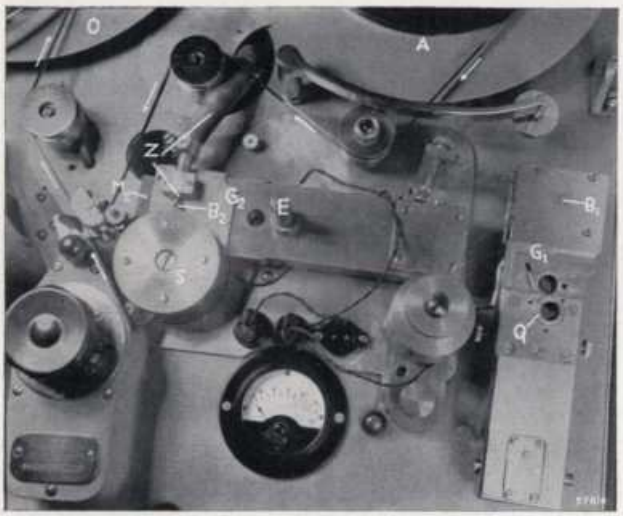

Fig. 8. De onderste geluidschrijver G_2, gereed voor het snijden. De bovenste geluidschrijver G_1 ligt er naast. B_1, B_2 zijn de beitels, S de snijrol; F de „Philimil"-band, welks loop van de afwikkelspoel A naar de opwikkelspoel O door pijltjes is aangegeven; E de as, die beide schrijvers draagt; Z mondstuk en slang van een zuiginrichting voor het verwijderen van de uit de band gesneden spaan; M_2 magneet, Q draaibare ring met excentrische boring voor de as E.

Fig. 9. Als fig. 8, met de bovenste geluidschrijver op zijn plaats gebracht. Met de nok N (excentrische trommel) worden beide schrijvers tegelijk, tegen de veeren V in, om de as E gedraaid, zoodat de beitels beginnen te snijden.

een andere voorwaarde worden voldaan: de totale breedte der twee geluidsporen mag niet grooter zijn dan 2 mm, d.i. de maximale breedte van een normaal spoor. Te dien einde werd elke schrijver in de beschreven opstelling toegerust met een beitel, die slechts de halve wigvorm bezit, zie *fig. 10*. Het aldus verkregen dubbele spoor, waarvan we in *fig. 11* een voorbeeld reproduceeren, komt afgezien van een smalle zwarte streep in de hartlijn en afgezien van de essentieele tijds- en intensiteitsverschillen der twee helften, geheel overeen met een op normale wijze geregistreerd spoor [6]).

Eenige voorzorgen moesten nog worden getroffen om de beitels goed te kunnen justeeren. Beide beitels

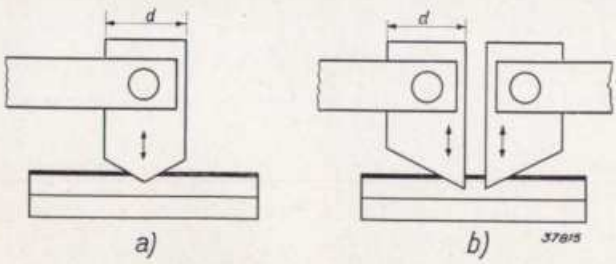

Fig. 10. Voor het snijden der twee geluidsporen worden twee saffieren beitels gebruikt (*b*), die slechts de halve wigvorm van de normale beitel (*a*) hebben. De breedte *d* van elke beitel blijft daarbij onveranderd, om de beitel voldoende stevig aan het anker van de geluidschrijver te kunnen vastklemmen. De wighoek is in werkelijkheid veel stomper dan hier geteekend (87°).

[6]) Bij het afspelen op een normale machine worden de twee geluidsbijdragen als het ware in het optische aftastsysteem „gemengd", hetgeen practisch op hetzelfde neerkomt als het gebruikelijke mengen der bijdragen van verschillende microfoons langs electrische weg.

moeten dezelfde snijdiepte hebben om in beide helften van het dubbele spoor dezelfde modulatiediepte te verkrijgen. De snijdiepte wordt voor elke schrijver afzonderlijk ingesteld, door de in fig. 6 en 9 zichtbare pin D met een micrometerschroef C min of meer uit te draaien. Bij het begin of einde van de opname worden beide beitels gelijktijdig in de

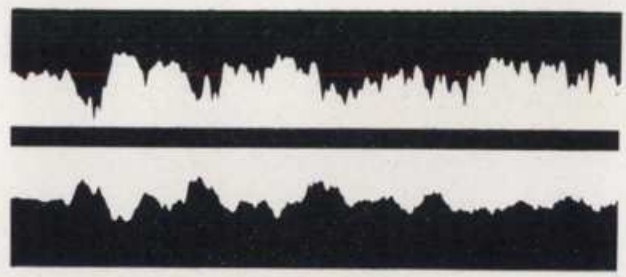

Fig. 11. Een stuk van een stereofonische geluidsfilm, opgenomen volgens de beschreven methode. De twee geluidsporen, waarin de twee geluidsbijdragen zijn geregistreerd, zijn door een smalle zwarte streep gescheiden. Men ziet de verschillen in intensiteit en tijd der twee trillingsvormen, waardoor het stereofonisch effect ontstaat. De intensiteitsverschillen zijn het grootst voor de hooge frequenties: deze zijn hier in het bovenste spoor veel sterker dan in het onderste.

film gezet resp. er uit getrokken door middel van een nok, die beide pinnen D tegelijk wegduwt en daardoor de schrijvers om de gemeenschappelijke as E draait; zie fig. 9.

Een tweede justeering betreft de onderlinge afstand der beitels in de lengterichting van de film. Hierboven vermeldden we, dat deze afstand voor het afspelen van de verkregen film op een normale machine (zonder stereofonisch effect) hoogstens 1 of 2 mm mocht bedragen. Voor het afspelen met stereofonisch effect, waarbij dus de twee ge-

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

luidsporen gescheiden worden weergegeven, is de beperking in dit opzicht enorm veel grooter. Immers reeds een tijdsverschil der twee geluidsbijdragen van $2 \cdot 10^{-4}$ sec wordt als een verschuiving van het geluidsbeeld waargenomen [4]). Dit tijdsverschil beantwoordt aan een plaatsverschil op de film van $v \cdot 2 \cdot 10^{-4} = 0{,}06$ mm. (Hieruit volgt ook de hierboven vermelde tolerantie voor de rek.) Om de plaats van de beitels met een dergelijke nauwkeurigheid te kunnen instellen, werd de as E in de ééne schrijver excentrisch gelagerd in een draaibare ring Q, zie fig. 8. Door een kleine draaiing van de ring met behulp van de in fig. 9 zichtbare schroeven wordt de schrijver met beitel en al een weinig in de lengterichting van de film verschoven. de instelling kan hiermee op minder dan 0,02 mm nauwkeurig geschieden [7]).

Voor het stereofonisch weergeven kan men de film op de normale wijze door een smalle spleet belichten, terwijl dan het door elke helft van het dubbele spoor doorgelaten licht in een afzonderlijke fotocel moet worden opgevangen. Deze splitsing van de doorgelaten lichtbundel, die op zichzelf zeer eenvoudig kan geschieden met behulp van een spiegeltje, geplaatst voor de ééne helft van de spleet, zou hier wegens de geringe breedte van de bundel (2 mm) tot een zeer subtiele en teere constructie leiden. Derhalve is zoo te werk gegaan, dat van de film met behulp van een objectief een 7-voudig vergroot beeld op een spleet wordt ontworpen. Van dit beeld wordt de eene helft met een spiegel afgebogen. Deze opstelling is in *fig. 12* en *13* te zien.

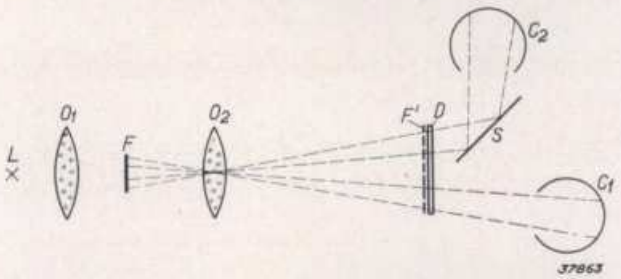

Fig. 12. Opstelling voor het weergeven van de stereofonische film. Met de lichtbron L en de lens O_1 wordt de filmstrook F (die loodrecht op het vlak van teekening naar den beschouwer toe wordt getrokken) verlicht, terwijl de lens O_2 een 7 maal vergroot beeld F' van de film ontwerpt ter plaatse van de spleet D. Van de hierdoor tredende lichtbundel wordt de ééne helft, behoorende bij één der beide geluidsporen, met behulp van de spiegel S naar de fotocel C_2 gedirigeerd, terwijl de andere helft van de bundel door de fotocel C_1 wordt opgevangen. De door beide fotocellen geleverde wisselstroomen worden afzonderlijk versterkt en aan twee luidsprekers toegevoerd.

[7]) De methode komt overeen met die, welke eertijds in dit laboratorium is toegepast voor het justeeren der gaatjes in de schijf van Nipkow. Zie H. Rinia en L. Leblans, Philips techn. T. **4**, 46, 1939, speciaal pag. 51.

Fig. 13. Foto van de inrichting voor het afspelen van de stereofonische film. Letters als in fig. 12. De huls H van de fotocel C_2 is er afgehaald.

Tot slot willen we er op wijzen, dat de gebruikelijke „Philimil"-band breed genoeg is (7 mm) om naast het normale of het dubbele spoor van 2 mm nog een ander geluidspoor te dragen. Een dergelijke mogelijkheid kan van belang zijn, wanneer men — zooals in de bioscoop nu reeds vaak geschiedt — lage en hooge tonen in het geluid afzonderlijk wil opnemen en weergeven. Zooals wij al eens hebben vermeld [3]), dragen de lage tonen (beneden 300 per/sec) weinig of niets bij tot een stereofonisch effect. Het hierbij behoorende geluidspoor behoeft derhalve slechts enkelvoudig te zijn en de plaats der punten van dit spoor ten opzichte van correspondeerende punten van het andere (dubbele) spoor behoeft niet zoo angstvallig te worden vastgelegd. De in het begin geschetste eenvoudige methode van het registreeren op verschillende plaatsen zou dus hier wellicht nog tot toepassing kunnen komen, aangezien het toch wel moeilijk zou worden om drie sporen op dezelfde plaats naast elkaar te registreeren. Deze uitbreiding der methode komt echter in elk geval eerst in aanmerking, wanneer de eisch der afspeelbaarheid van de stereofonische films op „normale" machines zal hebben afgedaan.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

SPANNINGSONDERZOEK AAN ONDERDEELEN VAN EEN DIESELMOTOR MET BEHULP VAN DE KATHODESTRAALOSCILLOGRAAF

621.317.755 : 620.178.5

De aanleiding tot het onderstaande spanningsonderzoek vormden moeilijkheden, welke optraden bij een 8 cylinder viertactdieselmotor, welke 600 pk levert bij 375 omw/min [1]). Bij deze motor braken steeds de bouten, welke de kap van de hoofdblokken van de krukas op het ondermetaal trekken.

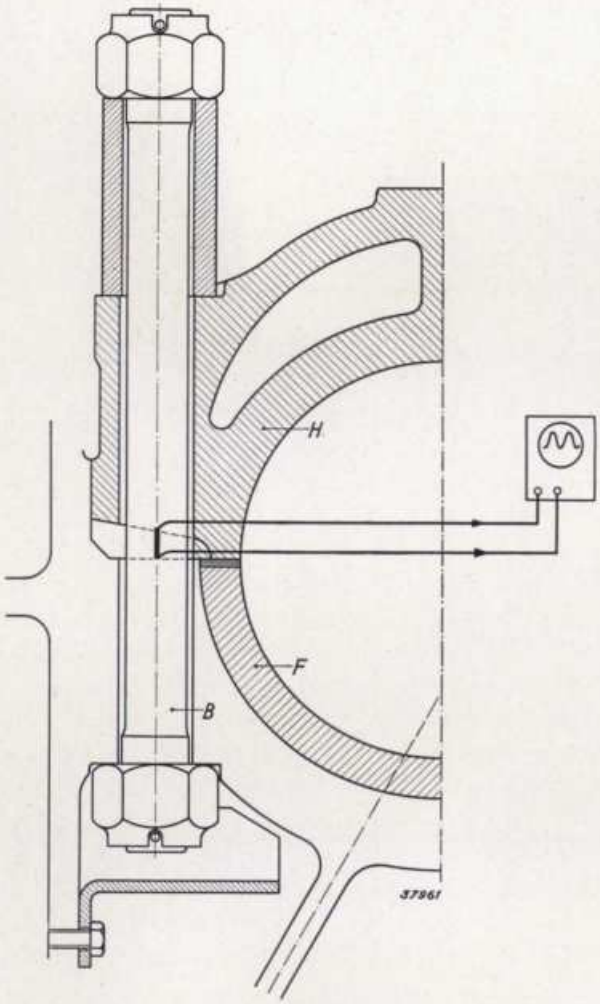

Fig. 1. Hoofdblokken van een Dieselmotor. Op de bout, die de hoofdblokken met het motorframe verbindt, is een koolstrookje voor het meten van de spanning aangebracht.

In *fig. 1*, die deze bouten laat zien, onderscheidt men de kap *H* van het lager, de onderhelft *F* van het lager, welke met het frame één stuk vormt, en één van de bouten *B*, welke de twee helften op elkaar trekken.

Een mogelijke verklaring voor het breken van de bouten was, dat deze op het oogenblik, waarop de explosie in de cylinder plaats vond, te sterk werden gerekt. Om dit na te gaan werden met een kathodestraaloscillograaf spanningsmetingen gedaan volgens een eerder in dit tijdschrift beschreven methode [2]). Deze berust op het feit, dat de weerstand van een geleider, welke verkregen wordt door het aanbrengen van een koollaag op een strook elastisch isolatiemateriaal, door een kleine uitrekking of inkrimping sterk verandert. Een strook van zulk een koollaag-geleider wordt op het te onderzoeken object geplakt, zoodat de koollaag eventueele rekbewegingen van de ondergrond meemaakt. Wanneer een electrische stroom van constante grootte door de weerstand wordt gestuurd, treedt tusschen de uiteinden een spanning op, die tengevolge van de rek- en krimpbewegingen van de onderlaag fluctueert. Deze spanningsvariaties worden door middel van een kathodestraaloscillograaf zichtbaar gemaakt. Om het verkregen oscillogram te ijken wordt de strook tevoren aan een bekende rek onderworpen met behulp van een meettoestel, dat in *fig. 2* is weergegeven.

Bij een viertactmotor met 375 omwentelingen per minuut verandert de toestand in de cylinder periodiek met een grondfrequentie van 3,1 per/sec. Dezelfde grondfrequentie kan men verwachten voor de veranderlijke spanningstoestand in de bouten. Dit is een veel lagere frequentie, dan gewoonlijk bij electrische verschijnselen optreedt, en de meeste electrische oscillografen zijn niet geschikt om verschijnselen met dusdanig lage frequentie zonder vervorming van het oscillogram te registreeren. De oscillograaf GM 3156, die speciaal voor werktuigkundige toepassingen is ontworpen[3]), is hiertoe echter wel in staat en werd dan ook voor het onderzoek toegepast.

In fig. 1 is de opstelling in hoofdzaak te zien. Een aantal bouten werd voorzien van weerstandsstrookjes in de richting van de trek. De optredende electrische spanningsvariaties werden via de oscillograafversterker toegevoerd aan de verticaal afbuigende platen van de kathodestraalbuis. Aan het horizontaal afbuigende platenstel werd een wisselspanning toegevoerd van dezelfde frequentie en fase als de beweging van de zuiger.

Het aldus verkregen beeld van het verloop van de rek bleek, zooals te verwachten was, in eerste

[1]) De gegevens van dit artikel hebben wij te danken aan den Heer M. J. Visser van de afdeeling Trillingsonderzoek der N.V. Werkspoor, Amsterdam.

[2]) Philips techn. T. **5**, 26, 1940.

[3]) Philips techn. T. **5**, 283, 1940.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

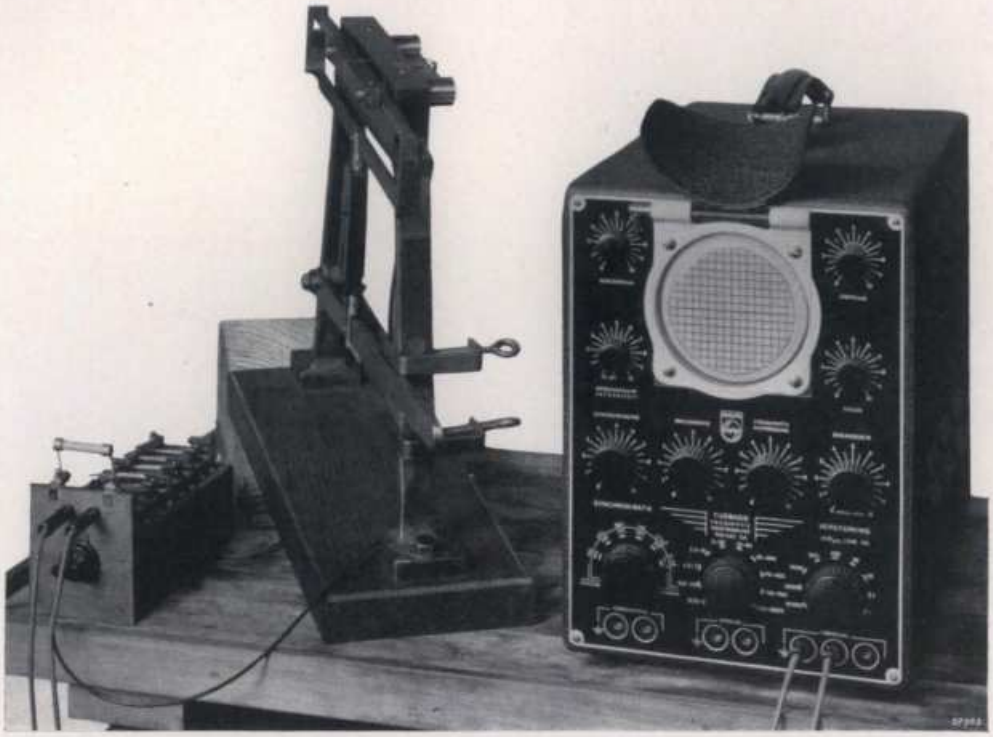

Fig. 2. Opstelling voor het ijken van de weerstandsstrookjes. Door middel van de links weergegeven opstelling wordt aan een elastische veer een precies bekende doorbuiging gegeven, waardoor het er opgeplakte weerstandsstrookje een bekende rek ondergaat. De hierdoor veroorzaakte weerstandsverandering wordt gemeten met een brugschakeling. Het oscillograafapparaat rechts dient voor het opnemen van de weerstandsveranderingen bij dynamische rekmetingen met behulp van het geijkte strookje.

instantie overeen te komen met de drukvariaties in de naburige cylinders van de motor als functie van de tijd. Twee voorbeelden zijn in *fig. 3* weergegeven. Deze hebben resp. betrekking op een bout tusschen twee cylinders, die in hetzelfde rhythme bewegen, en een bout tusschen twee cylinders, wier beweging 90° in fase verschilt. De hieruit met behulp van de ijkkromme bepaalde maximale rek van de bouten kon in beide gevallen voor het gebruikte materiaal als toelaatbaar worden beschouwd.

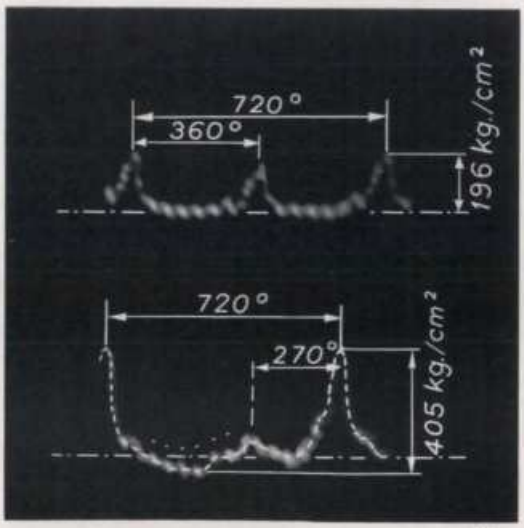

Fig. 3. Oscillogrammen van de trekspanningen in de bouten van een Dieselmotor. a) Bout tusschen twee cylinders, die zich in hetzelfde rhythme bewegen; b) bout tusschen twee cylinders, wier beweging 90° in fase verschilt.

Uit de resultaten van het onderzoek bleek dus, dat de belasting van de bouten bij normaal bedrijf geen aanleiding kon geven tot breuk. Hieruit kon worden geconcludeerd, dat de motor in het tijdperk, waarin de moeilijkheden werden geconstateerd, blootgesteld moest zijn geweest aan abnormaal hooge belastingen. Zeer waarschijnlijk hebben deze belastingen, die als extra spanningen op de normale werden gesuperponeerd, de bouten over de vermoeidheidsgrens belast.

Inderdaad was de motor in het bedrijf aan zeer sterke en plotseling optredende belastingswisselingen onderhevig. Het gevolg van deze stooten was, dat de ondermetalen eenige ruimte hadden gekregen op de fundatieplaat. Hierdoor konden bij een te plotselinge belastingswisseling van de motor zijdelingsche bewegingen ontstaan, welke waarschijnlijk een sterke en onregelmatige spanning in de bouten veroorzaakten. Door een kleine wijziging in de constructie kon de zijdelingsche beweging van het ondermetaal onmogelijk worden gemaakt. Daarna is nimmer meer breuk van de bouten geconstateerd.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

OVERZICHT VAN RECENTE WETENSCHAPPELIJKE PUBLICATIES DER N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

1517*: M. J. Druyvesteyn and F. M. Penning: Mechanism of electrical discharges in gases of low pressure (Rev. Mod. Phys. **12**, 87-174, Apr. 1940).

In deze monografie wordt een uitgebreid overzicht gegeven van de electrische ontladingsverschijnselen in verdunde gassen. Achtereenvolgens worden behandeld: de snelheidsverdeeling der electronen; ionisatie en aanslag bij een kleine electrische stroom door een gas; doorslagspanning en ontlading van Townsend (waarbij de ruimtelading practisch geen rol speelt); ontladingen, waarbij de ruimtelading van essentieele beteekenis is: de glimontlading, zoowel als de boog, in de buurt van de kathode; de positieve zuil en tenslotte de verschijnselen in de buurt van de anode bij verschillende ontladingsvormen.

1518: J. F. Schouten: The residue and the mechanism of hearing (Proc. Ned. Akad. Wet., Amsterdam **43**, 991-999, Oct. 1940).

Voortgaande op vroegere onderzoekingen van den schrijver betreffende de subjectieve klankanalyse en het waarnemen van een grondtoon, die ontbreekt in de Fourier-analyse van het geluid (zie **1372** en **1501**; vgl. ook: Philips techn. T. **4**, 176, 1939), wordt in deze verhandeling nader besproken, op welke wijze men zich moet voorstellen, dat het gewaar worden van een samengesteld geluid door het menschelijk oor plaats vindt (zie ook: Philips techn. T. **5**, 298, Oct. 1940). Het blijkt, dat men inderdaad mag zeggen, dat het oor een Fourier-analyse van het geluid uitvoert, in zooverre zijn oplossend vermogen dat tenminste mogelijk maakt. De oudere onderzoekers hebben ook gelijk, wanneer zij beweren, dat iedere periodieke wisseling van de luchtdruk, althans binnen een bepaald interval van trillingsgetallen, zal worden waargenomen als een afzonderlijke toon. Wil men eenvoudig de samenstellende componenten van een geluid bepalen, dan is het juist om te kijken naar het Fourier-spectrum daarvan. Wil men de klank weten van elke afzonderlijke component, dan beschouwe men niet de frequentie van het geluid, maar de periodiciteit van de golfvorm van de trilling, waarmee de desbetreffende receptor wordt aangeslagen door het samengestelde geluid. Deze periodiciteit kan aanmerkelijk lager zijn dan beantwoordt aan de eigen frequentie van de aangeslagen receptor. De toonhoogte van de component wordt bepaald door deze periodiciteit en niet door de eigen frequentie.

1519: E. J. W. Verwey: Absolute grootte van thermodynamische grootheden voor ionen in waterige oplossing en van den electrischen potentiaalsprong aan het vrije oppervlak van water (Chem. Wbl. **37**, 530-535, Oct. 1940).

Een schatting wordt gegeven van de absolute grootte van de wisselwerkingsenergie (verandering van de chemische vrije energie) bij het oplossen van éénwaardige ionen in water. Door vergelijking met de daarmee overeenkomende veranderingen in de totale vrije energieën, welke op grond van een publicatie van O. Klein en E. Lange kunnen worden berekend, blijkt, dat de potentiaalsprong aan het vrije oppervlak tusschen vacuum en water ongeveer —0,5 V bedraagt. Dit negatieve potentiaalverschil beteekent, dat de watermoleculen in de grenslaag zoodanig zijn gerangschikt, dat een overmaat watermoleculen hun positieve polen naar buiten steken.

1520: Th. J. Weijers: Recente ontwikkelingen betreffende frequentiemodulatie (T. Ned. Rad.-Genoot. **8**, 315-365, Oct. 1940).

Door Armstrong werd in 1936 een methode aangegeven om met behulp van frequentiemodulatie de radio-ontvangst met minder storingen tengevolge van geruisch te doen plaatsvinden, dan mogelijk is bij het toepassen van amplitudemodulatie. In deze voordracht voor het Nederlandsch Radio Genootschap werd een theoretische behandeling gegeven van de frequentiemodulatie, welke in hoofdtrekken de gedachtegang volgt, die Carson en Fry in 1937 ontwikkelden, maar op diverse punten ietwat eenvoudiger is. Het blijkt, dat men door gebruik te maken van frequentiemodulatie in staat is om de kwaliteit van de weergave veel hooger op te voeren, dan anders het geval kan zijn zonder de selectiviteit te schaden. Teneinde tot deze gunstige resultaten te komen is het noodig, frequentievariaties te gebruiken, die groot zijn ten opzichte van de hoogste modulatiefrequentie, die men nog wil overbrengen. Het is hierbij bovendien noodzakelijk, de ontvanger te voorzien van een amplitudebegrenzer.

*) Van publicaties, gemerkt met een *, is geen voor verspreiding voldoend aantal overdrukken beschikbaar. Van de andere publicaties verstrekt de Administratie van het Natuurkundig Laboratorium, Kastanjelaan, Eindhoven, op aanvraag gaarne overdrukken.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!